# L'ÉLECTRICIEN

## REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS




TRENTE-DEUXIÈME ANNÉE

# L'ÉLECTRICIEN

## Revue Internationale de l'Électricité
## et de ses Applications

PARAISSANT TOUS LES SAMEDIS

Rédacteur en chef : J.-A. MONTPELLIER

DEUXIÈME SÉRIE

TOME QUARANTE-QUATRIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1912

PARIS

H. DUNOD & E. PINAT
*Libraires-Éditeurs*
49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

L. DE SOYE & FILS
*Imprimeurs-Éditeurs*
18, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 18

1912

# L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité
et de ses Applications


## La commande électrique dans les fabriques de papier.

On sait que la commande électrique de n'importe quelle machine présente de grands avantages sur tous les autres modes de commande, parce qu'elle supprime les transmissions et les courroies, qu'elle réduit l'encombrement au minimum et qu'elle permet de grouper les outils ou machines à actionner sans que l'on ait à se préoccuper de leur emplacement et de leur alignement, comme c'est le cas lorsqu'il faut fournir la force motrice par l'intermédiaire d'un arbre de transmission. A ces avantages, il convient d'ajouter une économie notable de force motrice et la facilité de se rendre compte, par les indications d'un ampèremètre, de la puissance consommée à chaque instant par une machine quelconque.

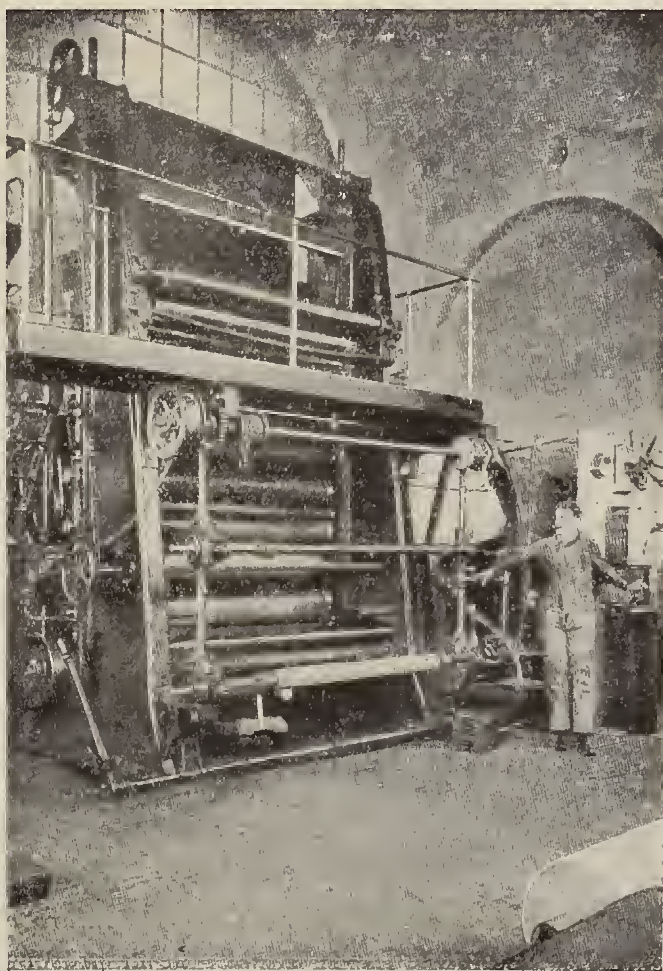


Fig. 1. — Commande électrique d'une calandre.

Dans ces conditions, nombre d'industries ont adopté la commande électrique et, tout dernièrement, les fabriques de papier ont pu constater que, seule, la commande électrique, permet de répondre à toutes les exigences de la machine à papier dite « continue » ainsi qu'à celles de la « calandre » qui fonctionne dans des conditions spéciales.

Pour mieux faire comprendre l'intérêt qui s'attache à l'actionnement de la machine à papier continue par des moteurs électriques, il est utile d'examiner sommairement son fonctionnement.

En sortant des cuviers, la pâte à papier, très fluide, est amenée à la machine continue où elle passe d'abord dans différents appareils qui lui enlèvent les impuretés et une partie de l'eau qu'elle renferme. Ces appareils constituent la *tête de la machine* et fonctionnent toujours à vitesse constante, quelle que soit la nature du papier à fabriquer.

La tête de machine comporte également un rouleau qui a pour fonction de comprimer légèrement la pâte, afin de lui donner la consistance nécessaire pour qu'elle puisse passer sur les presses, les sécheurs, les refroidisseurs, les calandres et les bobineuses qui constituent le corps proprement dit de la machine. Ces organes, animés d'un mouvement de rotation continu, doivent tourner à une vitesse que l'on doit pouvoir faire varier dans des proportions assez considérables.

Comme la tête de machine peut débiter par

heure une quantité déterminée de pâte qui dépend de la capacité des épurateurs, aspirateurs, etc., il est nécessaire, pour que la machine atteigne son rendement maximum, que cette quantité soit toujours la même. D'autre part, l'épaisseur du papier fabriqué pouvant varier pour la même machine dans la proportion de 1 à 10 environ, il s'ensuit que, pour un même poids de papier fabriqué, la vitesse de la machine varie dans les mêmes limites. De plus, suivant la nature de la pâte, les conditions de séchage, le plus ou moins de soin avec lequel elle a été préparée et aussi suivant l'état hygrométrique de l'air, on peut obtenir d'une même machine un papier de même épaisseur à des vitesses assez différentes les unes des autres.

Dans ces conditions particulières, il faut que la tête de machine fonctionne à vitesse constante et que le corps de la machine fonctionne à une vitesse variable, dans de très grandes proportions, et cela d'une manière précise, par degrés insensibles, sans chocs ni arrêts.

La machine à papier continue présente cette particularité que la puissance absorbée en charge diffère faiblement de celle qu'elle consomme à vide, ce qui s'explique par ce fait que la plus grande partie de la puissance est utilisée pour vaincre le frottement des rouleaux à peu près constant, car la pression des rouleaux est réglée par des ressorts et se trouve être sensiblement la même avant et après le passage du papier, sauf cependant lorsque l'on fabrique des papiers de très forte épaisseur.

Il en résulte que le couple moteur au démarrage doit être très supérieur au couple normal et l'on se trouve alors dans l'obligation d'utiliser un moteur calculé pour pouvoir supporter une forte surcharge pendant toute la durée du démarrage.

En résumé, la puissance absorbée par la tête de machine reste constante, tandis que celle qui est consommée par le corps de la machine est proportionnelle à la vitesse.

Tout procédé de commande, autre que la commande électrique, présente les inconvénients suivants :

1° Dissipation d'énergie importante due au mauvais rendement des engrenages et des transmissions par courroie;

2° Encombrement considérable, frais d'entretien importants résultant des trains d'engrenages qui, de plus, font beaucoup de bruit et produisent des chocs pouvant entraîner la rupture du papier;

3° Marche instable et usure rapide des courroies lorsqu'on utilise des poulies cônes;

4° Pertes de temps résultant de l'obligation de remplacer plusieurs engrenages ou poulies, chaque fois que l'on modifie la sorte de papier;

5° Impossibilité d'obtenir un nombre de vitesses suffisantes qui, seules, permettent à la machine de fonctionner avec précision pour obtenir le rendement maximum.

La Compagnie française Thomson-Houston a complètement étudié le problème de la commande électrique des machines à papier continues et a tenu compte, indépendamment des conditions de fonctionnement, des circonstances suivantes que l'on rencontre généralement dans les papeteries :

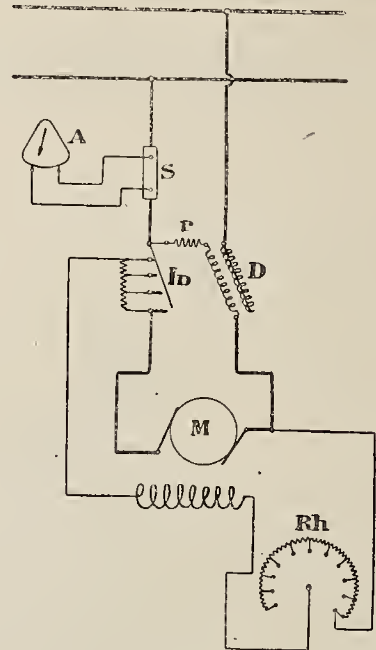



Fig. 2.

LÉGENDE :

A Ampèremètre.
D Disjoncteur.
Id Commande de démarrage.
M Moteur.
Rh Rhéostat d'excitation.
r Résistance additionnelle.
s Shunt.

1° La place manque presque toujours;

2° Les arbres attaqués tournent très lentement;

3° L'atmosphère est humide à cause des fuites de vapeur et des suintements d'eau;

4° Le température est très élevée en général, par suite de la présence des sécheurs, surtout si le local est petit et mal aéré;

5° La machine doit assurer un service continu, sans aucun arrêt, souvent pendant plusieurs mois, ce qui exige l'emploi d'appareils de commande très robustes.

La nécessité d'obtenir de grandes variations de vitesse entraîne l'emploi du courant continu, dont la tension ne doit pas dépasser 240 volts, à cause de l'humidité, des phénomènes d'électrolyse et de la sécurité du personnel.

La commande électrique d'une machine à

papier continue peut être réalisée de plusieurs manières qui ont été étudiées par la Compagnie Thomson-Houston et qui sont les suivantes :

Première solution. — Emploi d'un moteur à vitesse variable par le champ, ne nécessitant comme appareillage qu'un rhéostat de démarrage et un rhéostat d'excitation pour le réglage de la vitesse (fig. 2).

Cette solution convient pour les machines qui n'exigent qu'une variation de vitesse peu importante dans le rapport de 1 à 3, par exemple.

On peut aussi l'adopter pour les machines qui, tout en exigeant une variation de vitesse plus grande, fonctionnent plusieurs mois régulièrement au même régime et, dans ce cas, le moteur peut recevoir 2 ou 3 poulies de différents diamètres qu'il suffit de placer sur le moteur suivant les besoins. Le changement de poulie n'entraîne aucune modification dans la longueur de la courroie, si on a la précaution de placer le moteur sur des glissières ayant une longueur suffisante ou, encore mieux, si l'on utilise un enrouleur de courroie à galet mobile.

Les arbres de la machine à papier fonctionnant à une allure relativement lente, la vitesse angulaire du moteur étant limitée à environ 800 t : m pour une machine absorbant 50 ch.

Deuxième solution. — La première solution n'est guère applicable, car il est généralement nécessaire de passer fréquemmemt d'une vitesse à une autre bien différente.

Le réglage de la vitesse par variation du champ ne peut rationnellement être obtenu que dans le rapport réduit de 1 à 3.

Lorsqu'il est nécessaire d'obtenir de plus grandes variations, on doit appliquer une tension variable aux bornes du moteur et laisser le champ constant.

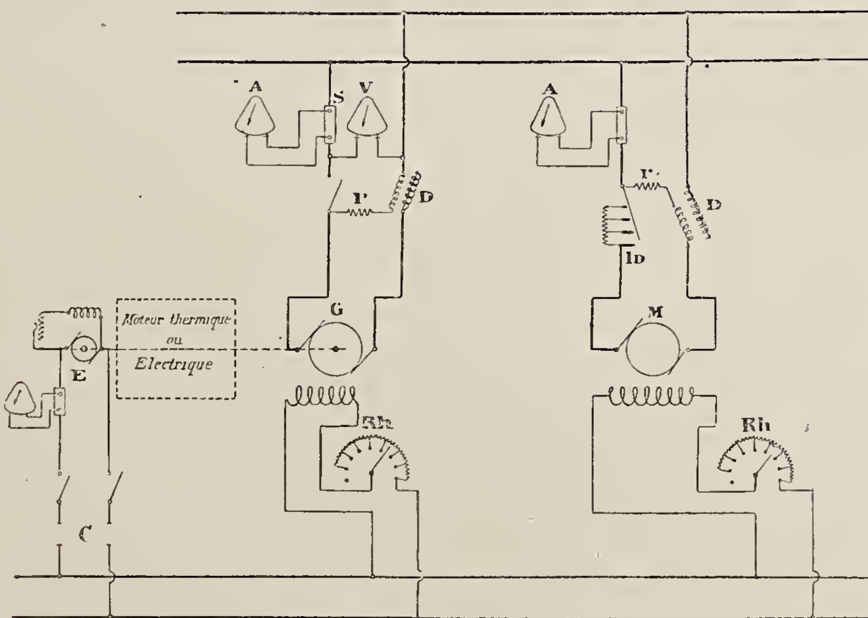



Fig. 3.

LÉGENDE :

A Ampèremètre.
D Disjoncteur.
G Génératrice.
Id Commutateur de démarrage.
M Moteur.
V Voltmètre.
r Résistance additionnelle.
S Shunt.
E Excitatrice.
C Interrupteur et coupe-circuit.
Rh Rhéostats d'excitation.

Le procédé le plus simple et le plus pratique pour obtenir ce résultat consiste à alimenter le moteur par une génératrice à tension variable sous excitation séparée de puissance correspondante.

L'appareillage comporte alors un rhéostat d'excitation, pour la génératrice, qui doit avoir de nombreuses divisions, afin d'obtenir un grand nombre de vitesses différentes (fig. 3).

Le seul inconvénient que présente cette solution, inconvénient auquel il est facile de remédier, est que la machine à papier fonctionnant à couple constant et l'excitation du moteur étant maintenue constante, l'intensité du courant dans l'induit est toujours la même. Dans ces conditions, lorsque le moteur fonctionne aux faibles vitesses, la ventilation est presque nulle et le moteur s'échauffe fortement. Pour éviter cet échauffement anormal, il suffit d'utiliser un moteur à vitesse variable par le champ dans un rapport assez faible de 1 à 2, par exemple. Dans ce cas, lorsque le champ est maximum, les pertes par effet Joule dans l'induit sont réduites environ au quart et l'élévation de température ne dépasse pas les limites admises.

Avec ce mode d'installation, si le courant est fourni par une station centrale, l'on emploie un groupe moteur-générateur transformant soit du courant continu, soit des courants triphasés en courant continu à tension variable.

Troisième solution. — Lorsque la papeterie possède déjà une génératrice à courant continu suffisamment puissante et que l'on désire l'utiliser, on peut obtenir la variation de tension aux bornes de l'induit du moteur au moyen d'une machine auxiliaire, montée en série sur le réseau, et fonctionnant soit comme survolteur, soit comme dévolteur, soit à la fois comme survolteur et dévolteur (fig. 4).

La tension de régime dans une papeterie ne doit pas logiquement dépasser 240 volts. D'autre part, pour raison d'économie de cuivre dans les canalisations, les génératrices fournissent le courant sous une tension d'au moins 120 volts. Une machine fonctionnant seulement comme survolteur ne peut donc permettre qu'une variation assez restreinte de tension, soit de 120 à 240 volts, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 2. La vitesse du moteur variant par le champ dans les mêmes proportions, les limites de variation de vitesse de

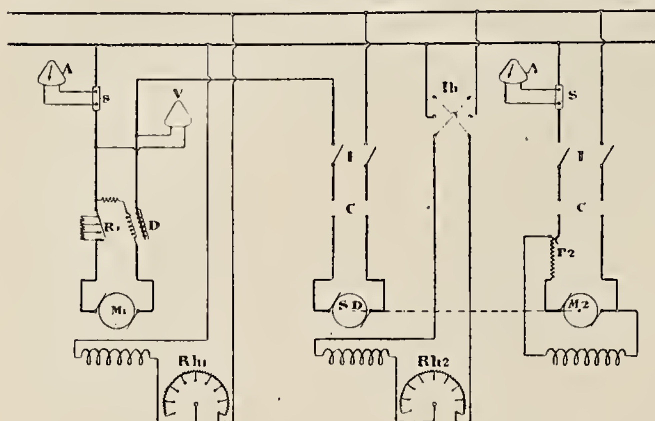


Fig. 4.

LÉGENDE :

A Ampèremètre.
c Coupe-circuit.
I Interrupteur.
Ib Inverseur bipolaire.
$M_1$ Moteur de la machine à papier.
$M_2$ Moteur du survolteur.
Rh Rhéostats d'excitation.
Sd Survolteur dévolteur.
V Voltmètre.
s Shunt.
$R_1$ Rhéostat de démarrage.
$r_2$ Rhéostat de démarrage.

la machine à papier seront comprises entre 1 et 4, ce qui est insuffisant.

Lorsque les génératrices donnent le courant à la tension de 240, la machine auxiliaire doit fonctionner comme dévolteur et, contrairement à ce qui se produit dans le cas précédent, on peut obtenir autant de vitesses différentes que l'on voudra à l'aide d'un rhéostat de champ comportant un grand nombre de divisions.

Dans le cas où la tension de régime est de 120 volts, il y a intérêt à utiliser une machine survolteur-dévolteur qui permet de faire varier la tension aux bornes du moteur de 120 à 240 volts et de 120 volts à la tension correspondant à la vitesse minimum qu'il est nécessaire d'obtenir. Dans ce cas, la puissance de la machine auxiliaire doit avoir une puissance moitié moindre que dans le cas précédent. Il est vrai que dans le fonctionnement de cette machine comme dévolteur, le rendement de l'ensemble n'est pas bon, car l'énergie subit trois transformations successives. On peut supprimer une de ces tranformations en utilisant la puissance mécanique disponible sur l'arbre de la machine auxiliaire pour actionner la tête de la machine à papier. A cet effet, le dévolteur est accouplé sur un socle commun, au moyen d'un manchon rigide formant poulie, à une machine calculée à cet effet et l'ensemble commande par courroie la tête de la machine à papier.

Quatrième solution. — On peut aussi disposer d'une tension variable aux bornes du moteur en utilisant un certain nombre de génératrices couplées en série et formant un système de distribution à 3, 4 et 5 fils. Un coupleur spécial permet d'appliquer aux bornes du moteur, successivement 60, 120 et 240 volts, par exemple, les variations de vitesse du moteur entre deux tensions différentes étant obtenues par des variations de l'intensité du champ.

Avec un nombre donné de génératrices, on peut obtenir le double de variations de vitesse du moteur en munissant ce dernier de deux collecteurs. Dans ces conditions, les moteurs ont pour ainsi dire deux induits qui peuvent être montés en série ou en parallèle pour chacune des tensions dont on dispose.

C'est une excellente solution lorsqu'il s'agit d'une installation nouvelle à réaliser qui n'a que le seul inconvénient d'utiliser des moteurs à deux collecteurs devant être construits spécialement et rendant difficile l'approvisionnement en pièces de rechange.

Commande des calandres. (fig. 1). — Les machines servant à satiner le papier se composent simplement de rouleaux d'acier entre lesquels le papier est pressé.

Lorsque ces calandres sont disposées à la suite de la machine à papier et sont reliées mécaniquement avec elle, les mêmes moteurs actionnent l'ensemble. Le plus souvent elles sont séparées.

La vitesse de marche de ces calandres doit pouvoir varier aussi dans d'assez grandes limites, car le fini du satinage d'un papier dépend de la vitesse avec laquelle il passe entre les rouleaux de la calandre.

Dans la plupart des cas, un moteur à vitesse variable seul, c'est-à-dire la première solution indiquée, suffit largement.

Lors de la mise en place d'un rouleau de papier sur la calandre, il est nécessaire que la machine marche à une allure très faible pendant une dizaine de minutes environ, temps nécessaire pour faire passer le papier à la main entre les différents rouleaux. On obtient facilement ce résultat en mettant en série avec l'induit du mo-

teur une grande résistance qui produit une chute de tension suffisante aux bornes. Comme le fonctionnement de la calandre, dans ces conditions, ne dure que peu de temps, le rendement très défectueux à ce moment est négligeable.

De plus, le couple, par suite du réglage des rouleaux, est variable pendant la période de mise en train. Comme il importe que la vitesse soit régulière, on a recours alors à un petit moteur auxiliaire monté sur le même socle que le moteur principal. Ce petit moteur, d'une puissance égale au dixième de celle du moteur principal, est relié à ce dernier par un double train d'engrenages réduisant la vitesse dans la proportion voulue. Un encliquetage à rochet réunit l'arbre du moteur principal à celui du moteur auxiliaire. Un coupleur électrique spécial permet d'envoyer le courant dans le moteur auxiliaire qui, par son réducteur, fait tourner le moteur principal à une faible vitesse. Les opérations de passage du papier une fois terminées, le coupleur envoie le courant dans le moteur principal, le rochet qui réunit les arbres se soulève sous l'action de la force centrifuge et le moteur auxiliaire avec son réducteur s'arrête.

Lorsque la vitesse des calandres et des bobines doit varier dans des rapports supérieurs à 1 : 3, les autres solutions indiquées pour la machine à papier sont applicables.

*Rendement de la commande électrique.* — La question de rendement est des plus importantes et il convient de calculer l'économie de force motrice qui résulte de l'emploi des moteurs électriques.

Prenons comme exemple une papeterie comportant trois machines à papier continues, nécessitant chacune 80 ch à la vitesse maximum, vitesse devant pouvoir varier dans le rapport de 1 à 10.

Avec la commande à vapeur, les variations de vitesse s'obtiennent soit en agissant sur le régulateur, soit par l'emploi d'une courroie passant sur deux tambours coniques. Dans ces conditions de marche, le rendement du moteur à vapeur ne dépasse pas 70 0/0 de la puissance indiquée et l'installation nécessite trois moteurs de 115 ch indiqués chacun. De plus, les pertes mécaniques restant constantes, quelle que soit la puissance absorbée par la machine à papier, il y a une perte que l'on peut évaluer à environ 105 ch pour les trois moteurs.

Avec la commande électrique, un seul moteur à vapeur actionne par courroie trois génératrices à tension variable et une quatrième à tension constante pouvant alimenter les moteurs des têtes de machine. On peut évaluer à 3 0/0 la perte dans les courroies, à 90 0/0 le rendement des génératrices et à 85 0/0 le rendement du moteur à vapeur qui, dans ces conditions, doit avoir une puissance de 360 ch environ pour alimenter simultanément les trois génératrices. La perte est de 120 ch environ.

La commande électrique paraît donner lieu à un supplément de puissance perdue. Au point de vue de la consommation de vapeur, un moteur de 360 ch consomme beaucoup moins par ch qu'une machine de 115 ch seulement. Il y a aussi les pertes dans la tuyauterie de vapeur qui sont bien supérieures à celles d'une canalisation électrique. Enfin, les dépenses de graissage et d'entretien sont bien plus élevées pour trois moteurs que pour un seul. Donc, dans le cas particulier qui vient d'être examiné et qui est le plus défavorable, la commande électrique permet de réaliser une économie notable.

La machine à papier fonctionnant à couple constant n'absorbe que 20 ch lorsque la vitesse est réduite au quart. Avec le moteur à vapeur, les pertes dans le moteur, les courroies et les engrenages sont à peu près les mêmes à quart de charge qu'à pleine charge; elles peuvent être évaluées à 105 ch pour les trois machines.

Avec la commande électrique, les pertes dans les courroies sont constantes et sont de 3 0/0. Le rendement des génératrices au quart de vitesse n'est pas inférieur à 82 0/0 et le moteur à vapeur, fonctionnant toujours aux environs de la pleine charge, puisque le surplus de sa puissance est utilisé pour actionner la génératrice à tension constante, a son rendement toujours égal à 85 0/0. Dans ces conditions, toutes les machines à papier fonctionnant simultanément au quart de la vitesse normale, consommeront 108 ch, avec une perte de 48 ch au lieu de 105.

Enfin, quant à la consommation de vapeur, trois moteurs fonctionnant à quart de charge consomment beaucoup plus par ch qu'à pleine charge et, par conséquent, cette consommation de vapeur est hors de proportion avec celle du moteur unique actionnant des génératrices électriques.

J.-A. M.

# La nouvelle lampe au tungstène à filament étiré.

Le coût élevé de la main-d'œuvre de fabrication de la lampe au tungstène à filament chimique, l'importance des déchets, tant en cours de fabrication qu'en manutention et en transit, devaient nécessairement inciter les fabricants à rechercher des procédés plus industriels.

C'est ainsi qu'après de longs mois et en employant des tours de main spéciaux, on est parvenu à créer le filament de tungstène étiré.

Ce nouveau filament, qui ne diffère du filament chimique que par sa texture physique, présente-t-il toutes les qualités de ce dernier? telle est la question que nous nous sommes posée.

Au point de vue de la fabrication, le nouveau filament paraît supprimer tous les inconvénients que nous signalons ci-dessus ainsi que nous allons le voir.

En effet, la production du filament étiré devient une opération métallurgique, alors que celle du filament chimique pouvait être considérée comme un travail de laboratoire. S'effectuant pièce par pièce, il comportait par suite tous les aléas qui résultent de l'impossibilité de reproduire exactement des conditions déterminées. Avec le filament étiré, si on part d'un métal homogène, la seule incertitude résultera de la variation de diamètre des filières pendant l'étirage et ce ne peut être qu'une quantité négligeable sur la longueur de fil nécessaire pour une lampe. S'il est utile de mesurer la résistance du fil pour chaque lampe, ce travail se trouve simplifié, puisque le filament n'est plus sectionné, comme auparavant, en 5 ou 6 morceaux.

La résistance mécanique considérable du filament étiré représente une nouvelle économie en fabrication, tant à cause de la casse énorme ainsi radicalement supprimée que du moindre soin que nécessite le maniement du filament.

La difficulté de fabrication du filament étiré réside presque uniquement dans l'opération métallurgique: production d'un métal pur exempt de gaz occlus, d'une parfaite homogénéité et d'une ductilité suffisante; puis, étirage de ce métal, relativement peu ductile sous de très fins diamètres. Or, toutes ces difficultés sont d'un ordre général; elles ne concernent plus la fabrication d'un filament, mais celle de la matière destinée à les obtenir; on conçoit que la réalisation des conditions requises soit beaucoup moins aléatoire et surtout infiniment moins onéreuse, quelle que soit la complexité du procédé et l'importance de l'installation nécessaire.

L'intérêt que présente la grande résistance mécanique du filament étiré ne réside pas seulement dans l'économie de manutention du filament, mais aussi dans la suppression du déchet dans la série des opérations de montage ainsi que dans le magasinage et le transport des lampes.

Il n'y a donc, comme on voit, aucun doute sur le progrès réalisé en fabrication par l'emploi du filament étiré.

Examinons maintenant si le consommateur est aussi favorisé que le fabricant; en d'autres termes, voyons comment va se comporter la nouvelle lampe en service et si, oui ou non, elle présente des avantages sur la lampe à filament chimique.

Ici, nous ne pouvons pas être très affirmatifs, étant donné la faible expérience que nous possédons actuellement; il nous faut surtout raisonner par analogie et par déduction.

Nous avons vu qu'au moment de son introduction dans la lampe, le filament étiré a une résistance infiniment supérieure à celle du filament chimique; mais nous savons aussi qu'un fil métallique étiré soumis à l'action d'une haute température cristallise après un temps variable, mais probablement d'autant plus court, d'une part, que la section du fil est plus faible; d'autre part, que le métal dont il est constitué prend plus volontiers la forme cristalline dans les conditions ordinaires. Nous pouvons donc conclure que le filament de tungstène étiré deviendra fatalement cristallin, c'est-à-dire perdra sa résistance mécanique probablement plus vite que le filament de tantale sur lequel l'expérience est plus longue; le fait constaté est que cette rapidité de cristallisation est inversement proportionnelle à la puissance lumineuse de la lampe pour une tension déterminée. Ce peut être là une cause d'infériorité de la lampe à filament étiré sur la lampe à filament chimique dont la texture ne se modifie pas, si ce n'est pour s'améliorer légèrement sous l'influence de la température. Ce n'est que l'expérience qui nous fixera sur le temps que cette cristallisation met à se produire au point de rendre le filament assez fragile pour se rompre sous le moindre choc ou la moindre

trépidation. Les essais sont encore trop contradictoires pour porter un jugement; tout ce qu'il nous est permis de dire, c'est qu'un filament de tungstène étiré sorti par nous d'une lampe neuve n'avait déjà plus la résistance mécanique d'un fil métallique, alors que le filament de tantale avait conservé sa souplesse. Ceci tendrait à démontrer que la mise en lumière du filament de tungstène étiré pendant la fabrication a déjà produit un commencement de cristallisation.

Il est un autre point qui paraît acquis pour les lampes actuelles et qui n'est que la confirmation de ce que l'on observe sur les lampes à filament de tantale : nous voulons parler du noircissement des ampoules qui semble bien plus rapide que dans les lampes de tungstène à filament chimique. On peut se demander à quelle cause il convient d'attribuer ce phénomène. Nous croyons qu'il provient des causes multiples, parmi lesquelles il est permis de ranger l'occlusion de gaz à la fusion du métal, malgré toutes les précautions prises pendant cette fusion qui s'opère dans le vide comme on sait. On peut penser aussi que le fil étiré, dont la texture est beaucoup plus serrée que celle du fil chimique et dont la surface rayonnante pour un diamètre déterminé est, par suite, bien plus faible, doit, pour émettre la même quantité de lumière, être amené, tout au moins pour les couches sous-jacentes, à une température notablement plus élevée.

En résumé, le progrès qui résulte de la substitution du filament étiré au filament chimique paraît porter principalement sur la période antérieure à la vie réelle de la lampe et favoriser bien plus le fabricant que le consommateur. Il aura pour conséquence une diminution du prix de la lampe, diminution dont le consommateur ne profitera, semble-t-il, qu'en partie, puisque la vie utile de la lampe sera très probablement abrégée.

A. Bainville.

# Régénération des tubes Rœntgen.

Les tubes Rœntgen ont une durée d'utilisation limitée causée, d'une part, par le durcissement normal du tube, c'est-à-dire par la trop grande raréfaction du vide produite par son fonctionnement même, durcissement auquel les régulateurs ne remédient que d'une façon incomplète et, d'autre part, par la métallisation du verre due à l'incorporation dans le verre des particules métalliques arrachées aux pièces intérieures par le passage de l'effluve électrique lors du fonctionnement du tube. Cette métallisation produit des phénomènes d'absorption et de dégagement de gaz qui mettent le tube hors de service.

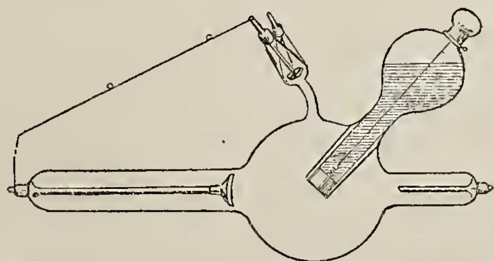


Fig. 5. — Tube à refroidissement par eau.

Le prix des tubes Rœntgen étant assez élevé, il était intéressant de chercher un procédé de régénération permettant de les utiliser de nouveau, comme un tube neuf, après un temps de service plus ou moins long. Un industriel français, M. H. Pilon (1), a trouvé un procédé de régénération qui donne toute satisfaction et qui consiste à rendre au verre les qualités qu'il a perdues par une méthode électrochimique. Bien entendu, après cette opération, il faut obtenir le degré de vide voulu dans l'ampoule régénérée. Le prix de cette régénération est modique, comparé à celui du prix d'achat d'un tube neuf.

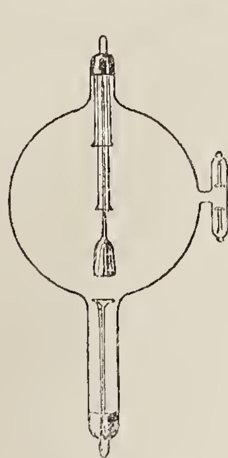


Fig. 6.
Soupape Pilon.

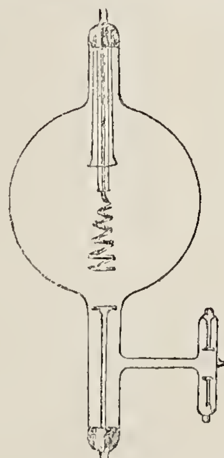


Fig. 7.
Soupape Pilon.

M. Pilon ne s'est pas borné à effectuer la répa-

(1) Constructeur : Établissements H. Pilon, 53, rue de Paris, à Asnières (Seine).

ration des tubes Rœntgen; il construit également des tubes neufs de plusieurs modèles, créant ainsi une industrie qui était presque exclusivement réservée à l'étranger.

Nous citerons notamment les tubes à refroidissement par air et par eau (fig. 5) dus au docteur Belot; un tube à double cathode et à double anticathode construit pour le docteur Zimmer; un tube spécial établi par le docteur de Keating-Hart, etc. Ces appareils ont figuré à la dernière Exposition de la Société française de physique.

Figuraient aussi à cette Exposition des soupapes de construction exclusivement française et dont les figures 6 et 7 montrent l'aspect.

DE KERMOND.

# Fabrication des oxydes de plomb pour accumulateurs.

Les moyens employés jusqu'à ce jour pour la fabrication de la litharge et du bioxyde de plomb servant à constituer la matière active des accumulateurs n'ont pas donné de résultats industriels vraiment pratiques, parce qu'on n'a généralement tenu aucun compte de l'influence de la chaleur, de la densité et des masses mises en présence, qui jouent cependant un rôle très important dans ces différentes combinaisons.

En général, tous les alcalis donnent, au contact d'un sel de plomb soluble, tantôt un sous-oxyde, tantôt un oxyde à l'état d'hydrate ou à l'état cristallin suivant les degrés de concentration et de chaleur et les masses en présence.

Un électrochimiste, M. C.-H. Jacob, dans le but de remédier à ces difficutés pour l'obtention régulière desdits oxydes, en déterminant exactement les quantités de sels à mettre en présence ainsi que les chaleurs utiles aux réactions, a fait breveter un nouveau procédé de fabrication de ces oxydes.

A titre d'exemple, pour obtenir la litharge, on doit opérer sur un sel de plomb au maximum de concentration, en ne dépassant pas la température de 50° C; l'alcali choisi pour produire la précipitation de l'oxyde de plomb doit toujours être en solution et contenir 16 à 18 0/0 de sel anhydre.

La réaction doit se faire en mettant l'alcali et le sel de plomb choisis très rapidement en contact, l'alcali à l'état bouillant, le sel de plomb à 50° C.; pour terminer la réaction, l'alcali doit être mis en excès d'environ 10 0/0, surtout en ce qui concerne la fabrication de l'oxyde P*b*O : la pratique guide seule cette manipulation finale qui peut varier dans les limites de 5 à 15 0/0.

Pour obtenir le bioxyde de plomb, on doit opérer dans les mêmes conditions, en ce qui concerne le sel de plomb choisi; mais ici la solution, qui est à base d'hypochlorite de calcium, doit être versée à froid; on peut se servir également d'hypochlorite de sodium ou de potassium, la seule condition indispensable pour obtenir une bonne précipitation du sel de plomb étant que la solution d'hypochlorite soit représentée par le double de la quantité de sel de plomb à mettre en présence, quantité de sel de plomb à l'état sec.

Dans cette réaction, comme dans la précédente, un léger excès d'hypochlorite est indispensable, mais ne doit jamais dépasser 10 0/0 de la solution d'hypochlorite employée.

Les oxydes obtenus, comme il vient d'être dit, sont principalement destinés à former la matière active des électrodes d'accumulateurs électriques. La plaque de ces derniers peut avoir une forme quelconque, par exemple la forme rectangulaire en plomb antimonié, fermée en haut et en bas et pourvue d'une prise de courant. Les deux faces de cette gaîne sont ajourées et pourvues de tiges de renforcement. Mais cette forme d'électrode n'est pas indispensable, la matière active est applicable à tous genres d'accumulateurs.

Les électrodes négatives ont une capacité supérieure, pour un type déterminé, à celle des électrodes positives, mais cette capacité diminue rapidement en fonction du nombre de décharges. Quel que soit le type de plaques, ce fait est exact et il n'y a qu'une exception pour certaines électrodes négatives dont le plomb spongieux provient soit de la réduction du chlorure de plomb (accumulateurs de la Société du travail électrique des métaux), soit d'un sel transformé en hydrate de plomb.

Ces modifications allotropiques sont nettement caractérisées par une constance beaucoup plus grande de la capacité, supérieure d'environ 40 0/0, à poids égal, à celle que l'on obtient avec l'oxyde de plomb ordinaire. Cette capacité augmente même lors des premières décharges et se maintient constante assez longtemps.

Les excellents résultats obtenus dans cette voie par la société du travail électrique des métaux, dans la construction des batteries destinées aux bateaux sous-marins, est la confirmation de ce que dit M. Jumau dans son ouvrage *les Accumulateurs électriques*. Il dit à ce sujet :

« Les pastilles provenant de la réduction du chlorure de plomb par le zinc et qui donnent un plomb d'aspect cristallin et de densité apparente très faible (pouvant être inférieure à 3), ne présentent qu'à un degré beaucoup moindre le phénomène de *contraction et peuvent rester très poreuses pendant un nombre considérable de décharges.* »

C'est le but poursuivi par M. Jacob (1) en déterminant, d'une façon vraiment industrielle, comment on peut préparer les hydrates de plomb des oxydes $PbO$ et $PbO^2$, afin d'obtenir une plus grande capacité des électrodes.

(1) Inventeur : M. C.-H. Jacob, électrochimiste, Villa des Mimosas, à Connaux (Gard).

# L'Isolation en électrotechnique.

*(Suite)* (1).

Dans un but de simplification, nous raisonnerons désormais sur le condensateur plan. On sait qu'un tel condensateur se compose de deux plateaux métalliques parallèles, de même surface, de forme identique bien que quelconque (circulaire, rectangulaire, peu importe), séparés l'un de l'autre par un isolant : air, verre, soufre, mica, etc. La suite montrera suffisamment que ce choix particulier d'appareil ne diminue en rien la généralité des conclusions auxquelles nous allons parvenir. Et, s'il faut justifier l'utilité de cette partie de notre travail, le lecteur s'apercevra qu'elle apporte des précisions remarquables sur le fonctionnement et le rôle intime des isolants.

Nous avons pu nous expliquer le mécanisme de la condensation électrique qui nous est apparue au fond comme quelque chose de géométrique, comme une suite nécessaire de l'existence d'un potentiel électrique. Parce que d'un corps A, chargé positivement, nous approchions un autre corps B au potentiel zéro, nous avons vu ce second corps B, qui n'avait reçu primitivement aucune charge électrique, prendre par influence une charge négative; charge égale à la charge positive du corps A lorsque les choses sont disposées de façon que tous les tubes de force issus de l'inducteur A viennent aboutir sur l'induit B; nous avons vu la présence de ces charges induites négatives introduire des termes négatifs dans l'expression du potentiel et diminuer d'autant la valeur du potentiel sur le premier corps. Celui-ci, pour revenir à son potentiel initial, devait recevoir de nouvelles quantités d'électricité positive. Plus nous diminuons la distance entre les deux corps, plus l'effet de condensation, plus la capacité augmentait.

Dans tout cela, nous ne voyons pas intervenir le milieu diélectrique, ou plutôt nous ne le voyons intervenir que d'une façon purement passive, que comme isolant. A ne conserverait pas sa charge qui se répandrait immédiatement dans l'espace environnant, si cet espace était conducteur et nous n'assisterions à aucune condensation. Ainsi lorsque l'air est humide, les conducteurs, surtout s'ils sont portés à un potentiel élevé, conservent mal leurs charges.

Poussons les choses à l'extrême, nous avons vu que la capacité d'un condensateur est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la lame diélectrique. Plus cette épaisseur est réduite, plus la capacité est grande, toutes choses égales d'ailleurs. Imaginons un condensateur dans lequel on aurait la possibilité de faire varier à volonté l'écart entre les armatures. Nous accroîtrions d'autant plus la capacité d'un tel système que nous approcherions davantage les armatures et, théoriquement, la capacité tendrait à devenir infiniment grande si cet écart tendait lui-même vers zéro, puisqu'on devrait, pour obtenir cette capacité, faire le quotient d'une quantité finie par une autre s'approchant indéfiniment de zéro. Mais à la limite, les deux armatures se touchant, nous n'aurions plus un condensateur, mais bien un conducteur unique pour lequel la formule donnant la capacité, dans le cas du condensateur,

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1109, 30 mars, p. 197, n° 1113, 27 avril, p. 261, n° 1121, 22 juin, p. 393, et n° 1122, 29 juin, p. 406.

n'aurait plus aucune signification. D'ailleurs, bien avant d'avoir réalisé le contact absolu, nous aurions assisté à la décharge du condensateur à travers le diélectrique.

Il semble par ces apparences que la fonction du diélectrique ne soit que d'opposer une barrière à la recombinaison des deux électricités ou, suivant une autre image, à la circulation de l'électricité d'une armature à l'autre.

Cette fonction est beaucoup plus complexe et ce que nous avons dit à propos du champ électrique va nous fournir le moyen de le comprendre.

Ce diélectrique placé entre deux surfaces électrisées, l'une positivement, l'autre négativement, est, comme nous allons voir, le siège d'un champ dirigé de la première vers la seconde; champ que les faibles distances qui séparent les divers points du diélectrique de l'une ou l'autre des surfaces électrisées rendent extrêmement intense.

Voyons la chose d'un peu près. Par raison de symétrie, la charge est uniformément répartie sur les deux armatures planes du condensateur. Coupons le condensateur perpendiculairement à ses faces et figurons en A et B les traces des deux armatures de surface S, maintenues à distance *c*.

Considérons trois points *m*, *m*, *m'* pris sur une perpendiculaire commune à A et B l'un M intérieur aux deux surfaces, les deux autres *m* et *m'* extérieurs, la distance de ces points aux surfaces A et B restant d'ailleurs indéterminée.

Au point *m'* placé à gauche des deux surfaces, amenons une petite sphère conductrice isolée portant une charge positive, ou, comme on dit, par une tournure de langage abrégée, amenons en ce point une petite charge positive. Cette charge positive, placée en *m'*, sera soumise à une action double : repoussée par la surface A (chargée positivement), elle sera attirée par la surface B (chargée négativement). Les charges électriques sont d'ailleurs égales sur les deux armatures et elles y ont la même distribution uniforme. Cela résulte de ce que tous les tubes de force issus de l'armature positive vont à la négative. En dehors du signe des charges, la seule différence qu'on puisse relever entre ces deux surfaces relativement au point *m'* est que celle dont B est la trace est plus éloignée de *m'* de l'épaisseur *e* du condensateur. Mais cette épaisseur, très faible, est vite négligeable dès qu'on considère des points *m'* à distance suffisante de A. D'où on doit conclure qu'en de tels points les deux armatures exercent des actions égales et contraires. Nous savons que les forces électriques ont la direction des champs qui les produisent. En *m'* la surface A, électrisée positivement, produit un champ dirigé de C vers *m'* puisque la force exercée par A sur la charge positive *m'* a cette direction, tandis que la surface B produit au même point un champ en sens inverse, puisque la charge positive *m'* est attirée vers B. Ces deux champs dirigés en sens inverse sont égaux dans les mêmes conditions où le sont les forces. On ferait un raisonnement semblable pour le point *m"*.

Ainsi, en laissant au besoin de côté les régions extérieures au voisinage immédiat de A et B, on voit que les armatures du condensateur chargé ne produisent aucune action extérieure.

Il en est tout autrement entre les deux surfaces. Une charge positive placée en M est repoussée par A, attirée par B : les deux effets s'ajoutent pour produire une force résultante normale aux deux plans et dirigée de A vers B, c'est-à-dire de la surface positive vers la négative. A cette force

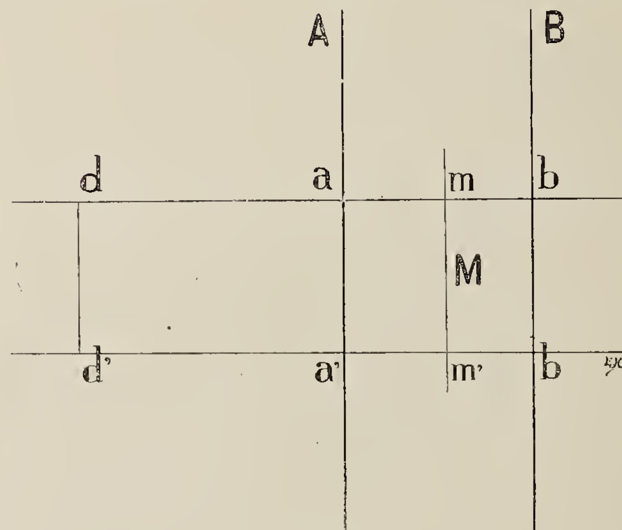



Fig. 8.

correspond un champ résultant que nous allons déterminer.

Nous avons prouvé qu'à gauche de A et à droite de B, le champ résultant était nul, au moins à une certaine distance des armatures. Remarquons d'ailleurs que si ce champ n'était pas tout à fait nul, il aurait la même direction qu'entre les surfaces, c'est-à-dire que les tubes de force seraient des cylindres d'axe perpendiculaire à A et B.

Traçons un tube de force *aa' bb'* (fig. 8) reliant les deux armatures; prolongeons-le à gauche de A jusqu'en une région où nous soyons assurés que le champ est nul et où nous le terminons par une petite surface quelconque représentée par sa trace *dd'* dans le plan du dessin. Limitons encore notre tube de force entre les deux surfaces par un plan parallèle passant par M et dont la trace est *mm'*.

Ceci fait, nous allons appliquer le théorème

de Gauss à la surface fermée *dd' a' b' bad* ainsi formée et, pour simplifier, nous supposerons que le tube de force a une section égale à l'unité de surface.

Le théorème de Gauss nous dit que le flux d'induction total qui sort de la surface fermée est égal à $4\pi$ fois la quantité totale d'électricité qu'elle renferme.

Les seules charges électriques intérieures sont celles qui existent sur la portion *aa'* découpée sur l'armature A par notre tube de force. Par hypothèse, cet élément de surface *aa'* est égal à l'unité de surface; désignons par $q$ la quantité d'électricité qui s'y trouve répandue; on donne le nom de densité électrique superficielle à cette quantité d'électricité qui charge l'unité de surface. Comme ici, la distribution de l'électricité est uniforme, tant sur A que sur B, cette densité superficielle est la même quelle que soit la position *aa'* sur A. Il en résulte que si $Q$ est la charge totale et $S$ la surface de A, la quantité d'électricité qui charge AA' est $\frac{Q}{S}$ et le flux total d'induction qui sort est égal à $4\pi$ fois $\frac{Q}{S}$.

Evaluons ce flux. D'abord à gauche de A. En *dd'* il ne peut y avoir de flux d'induction, puisque nous avons prolongé notre tube de force assez loin pour que le champ y soit nul. Par les parties latérales *d a d' a'* il ne sort ni n'entre aucun flux, car, à supposer même que le champ résultant ne soit pas nul dans ces régions, il aurait la direction *d a* ou *d' a'*.

A droite de A il ne sort latéralement aucun flux. Mais en *mm'* il y a un flux sortant égal au produit de la surface de l'élément *mm'*, — surface qui est l'unité, — par la valeur du champ dans cette région.

*A priori*, nous ignorons si le champ est le même en tous les points de la surface *mm'* et par exemple si, pour tous ces points, il est égal au champ au point M. S'il en diffère, il doit cependant en différer fort peu pour des points très rapprochés de M. Puisque l'élément *mm'* a pour surface l'unité de surface, rien ne nous empêche de choisir une unité de surface assez petite pour que cet élément *mm'* ne contienne que des points très voisins de M. Nous serons alors parfaitement fondés à dire que le champ $\mathcal{H}$ est le même pour tous les points de *mm'*.

Désignant par $\mathcal{H}$ ce champ, normal à A et B et de sens *ab*, le flux total d'induction sortant est

$$K \times \mathcal{H} \times \text{surface } mm'$$

ou simplement $K \times \mathcal{H}$

Nous aurons donc de par le théorème de Gauss

$$K\mathcal{H} = 4\pi\frac{Q}{S}$$

d'où

$$\mathcal{H} = \frac{4\pi Q}{KS}.$$

(*A suivre*). Ch. VALLET.

---

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ALTERNATEURS

### Alternateur à haute fréquence du comte Arco.

L'*Electrician* annonce que le comte Arco, l'inventeur allemand bien connu, vient de construire une nouvelle machine à haute fréquence pour la génération directe des oscillations électriques employées en radiotélégraphie et en radiotéléphonie. Cette machine ne diffère pas beaucoup de l'alternateur ordinaire; pourtant elle permet de produire de l'énergie présentant des fréquences de 15 000 à 120 000 et d'alimenter ainsi les plus puissantes stations radiotélégraphiques avec des oscillations de toutes longueurs d'onde entre 2500 et 20 000 m. La machine en question serait à la fois simple et peu coûteuse. On en construit actuellement une, d'une puissance de 500 kw, qui doit être utilisé à Nauen. — G.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Installations électriques en Italie en 1910.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* rapporte que, d'après une statistique officielle, 277 concessions ont été autorisées en Italie, au cours de 1910, pour l'établissement d'installations électriques. Les mêmes concessions avaient été au nombre de 239 en 1906, 226 en 1907, 238 en 1908 et 202 en 1909. Des 277 concessions ci-dessus, 150 ont trait à la distribution de force motrice et d'éclai-

rage, 50 au transport à distance du courant électrique, 40 à l'actionnement direct de fabriques, 11 à la traction et 8 au déplacement de lignes de tramways. Alors que la distribution de force motrice occupe le premier rang dans l'Italie du Nord, ce sont les installations pour l'éclairage qui prédominent dans l'Italie du Sud. Les grandes compagnies sollicitent des concessions le plus souvent pour la génération et le transport à distance de l'énergie électrique, en laissant le soin de la vente de cette énergie à des compagnies plus petites souvent créées par elles-mêmes ou encore à des particuliers. On peut remarquer qu'en Lombardie, dans le Piémont et dans d'autres régions, le réseau principal, avec ses hautes tensions, appartient aux grandes compagnies par actions, tandis que le réseau secondaire, avec ses tensions de 3000-7000 volts, se trouve entre les mains de plus petites entreprises. — G.

## DIVERS

### Achat des dépôts de radium par l'Etat autrichien.

On lit dans l'*Electrician* que, d'après un rapport de l'ambassade anglaise de Vienne, le gouvernement autrichien vient de faire l'acquisition, au prix de 2 350 000 fr, des mines de Joachimsthal où se rencontre la petchblende de laquelle on extrait le radium. On évalue la production annuelle en minerai de ces mines à 10 000 kg, qui contiennent environ 3 gr de radium Des produits résiduels disponibles après l'extraction du radium, la nouvelle entreprise doit tirer des couleurs d'uranium. — G.

## ÉLECTROCHIMIE

### Dépôts électrolytiques noirs en nickel.

Nous relevons dans le *Mechaniker* les indications ci-après sur l'obtention des dépôts électrolytiques noirs en nickel qui sont aujourd'hui très recherchés :

Comme bain donnant un dépôt de nickel uniformément noir, on peut employer le suivant : Eau, 4,5 litres; doubles sels de nickel, 284 gr; sulfocyanure d'ammonium, 57 gr; sulfate de zinc, 57 gr. Ce bain contient presque exclusivement des doubles sels de nickel qui se dissolvent dans l'eau; quand des cristallisations s'y forment par les temps froids, on doit l'échauffer. Le plus avantageux est de maintenir la température du bain en question à 24-28° C; avec une température plus élevée, le dépôt prend facilement une couleur grise. Au-dessous de 15° C, quelques sels de nickel se cristallisent et le bain ne donne pas d'aussi bons résultats.

Si le dépôt de nickel prend une couleur grise, le fait provient d'une trop grande intensité du courant employé; la formation de raies à la surface de l'objet traité est également un indice que le courant présente une intensité trop élevée. Quand il s'agit d'un bain vieilli, il peut arriver que ce bain soit devenu acide, et alors on remarquera que, même en abaissant l'intensité, on n'obtient pas un dépôt parfaitement noir. Dans ce cas, le bain contient probablement de l'acide libre; on neutralise ce dernier en ajoutant au bain du carbonate de nickel ou, à défaut, de l'ammoniaque. On doit ensuite essayer le liquide avec du papier de tournesol. Si, avant l'addition de carbonate de nickel ou d'ammoniaque, le papier de tournesol plongé dans le bain était devenu rouge, on a la preuve que le bain est acide. On ajoute alors du carbonate de nickel jusqu'à ce que le bain n'en dissolve plus, un petit excédent même ne pourra causer aucun inconvénient. En ajoutant de l'ammoniaque, par contre, il faut se garder de n'en verser que la quantité exactement nécessaire pour la neutralisation : on reconnaît que l'on a atteint la limite voulue lorsque ni le papier bleu, ni le papier rouge de tournesol ne changent leur couleur.

Il arrive souvent que des dépôts électrolytiques de nickel sortent parfaitement noirs du bain et que, une fois lavés et séchés, ils prennent une teinte brune. On peut faire disparaître cette teinte en plongeant la pièce traitée dans une solution de perchlorure de fer composée comme il suit : eau, 4,5 litres; perchlorure de fer, 240 gr; acide chlorhydrique, 28 gr. Une pareille solution n'attaque pas le dépôt noir de nickel, pourvu qu'on n'y laisse séjourner la pièce qu'un instant et qu'ensuite on la lave et on la sèche.

Les dépôts noirs de nickel exposés à l'action de l'air atmosphérique prennent peu à peu une teinte brune, mais cette dernière n'est que superficielle et peut être enlevée par le frottement. Pour empêcher la formation de la teinte brune, on recouvre d'ordinaire d'une couche de vernis les objets nickelés en noir.

Les mêmes dépôts noirs sont aujourd'hui fréquemment employés comme première couche pour l'application de vernis mats noirs, par exemple sur les automobiles. Si on emploie le vernis noir sans avoir donné préalablement au laiton une couche noire de nickel convenable, la moindre gerçure ou égratignure devient visible, ce qui n'est pas le cas quand on a eu soin de nickeler préalablement en noir. — G.

## ÉLECTROMÉTALLURGIE

### Le four électrique Nathusius pour la production de l'acier.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnik und Maschinenbau*, les détails suivants, fournis par

M. W. Lipin, sur le four électrique Nathusius, aménagé pour la production de l'acier. Ce four, qui est en service dans la fonderie Frieden (Haute-Silésie), représente une combinaison du four à arc Héroult et du four à résistance Girod. Ses électrodes supérieures sont disposées au-dessus du bain de fusion et les inférieures introduites dans la base du foyer. La matière à fondre constitue donc le conducteur neutre du système et elle agit comme tampon contre toutes les variations de courant. Ce four a une capacité de 6 tonnes; il est alimenté par du courant triphasé d'une tension secondaire de 110 volts; il a une section transversale circulaire; l'espace clos de son foyer mesure 2,2 m de diamètre et 0,65 m de hauteur. Les électrodes supérieures en charbon, de 250 × 250 mm de section transversale, sont pourvues d'une réfrigération hydraulique et peuvent se déplacer; les électrodes inférieures consistent en des blocs fixes d'acier coulé. Le four en question est à renversement; ses parois portent une garniture intérieure en silicium de 250 mm d'épaisseur. L'émission de chaleur peut, selon la chute de tension entre électrodes semblables, être répartie à loisir sur les électrodes inférieures ou supérieures.

La charge normale se compose de parties égales de chaux et de minerai de fer dans lequel on introduit le métal convertisseur fondu. Une opération dure de deux heures et demie à trois heures et demie; le four développe de 150 à 200 kw (au régime de 4000-8000 ampères), et la consommation d'énergie, d'après la qualité d'acier que l'on veut obtenir, est de 270 à 400 kw-heure par tonne. Les frais d'installation s'élèvent à environ 35 000 fr pour un four de 6 tonnes et à 50 000 fr pour un four de 12 tonnes. On peut traiter cinq à six charges par jour, en laissant l'appareil inactif durant une heure entre chaque opération. En réduisant les durées de repos, on peut élever à sept ou huit le nombre des charges traitées chaque jour, ce qui abaisse le coût de fabrication, par tonne d'acier, de 21 à 18,5 fr. — G.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Importations et exportations de l'Allemagne en lampes électriques à incandescence.

Les importations et exportations de l'Allemagne en lampes électriques à incandescence se sont élevées, durant ces cinq dernières années, aux chiffres suivants :

| | Valeur des importations Francs | Valeur des exportations Francs |
|---|---|---|
| 1907 | 1 328 750 | 13 097 500 |
| 1908 | 1 351 250 | 25 102 500 |
| 1909 | 2 120 000 | 45 517 500 |
| 1910 | 1 387 500 | 61 900 000 |
| 1911 | 1 737 500 | 59 697 500 |

Les pays qui achètent le plus de lampes à l'Allemagne sont le Royaume-Uni, la Russie, l'Italie, la France, l'Autriche-Hongrie et l'Argentine; malheureusement, on ne possède pas encore les chiffres officiels de la valeur des exportations pour 1911. A cette exception près, la comparaison des trois dernières années donne le tableau suivant :

| | 1911 Poids en doubles quintaux | 1910 Poids en doubles quintaux | 1910 Valeur en francs | 1909 Poids en doubles quintaux | 1909 Valeur en francs |
|---|---|---|---|---|---|
| Royaume-Uni. | 3192 | 5596 | 17 486 250 | 4448 | 12 232 500 |
| Russie. | 2579 | 2133 | 6 665 000 | 1990 | 5 472 500 |
| Italie. | 1499 | 1177 | 3 677 500 | 740 | 2 035 000 |
| France. | 1372 | 1543 | 4 821 250 | 1488 | 4 092 000 |
| Autriche-Hongrie. | 1148 | 1348 | 4 202 500 | 1152 | 3 168 750 |
| Argentine. | 761 | 1168 | 3 648 750 | 658 | 1 800 000 |

G.

## LAMPES

### Réduction des prix de vente des lampes électriques aux Etats-Unis.

En suite des réductions consenties par les fabricants, annonce l'*Electrical World*, les compagnies d'éclairage électrique des Etats-Unis ont établi de nouveaux prix de vente, pour les lampes au tungstène et au tantale, à leurs abonnés bénéficiant ou non du renouvellement gratuit. En outre, les mêmes compagnies mettent pour la première fois en vente une lampe au tungstène de 15 watts. Les prix des lampes à 15, 20, 25 et 40 watts sont identiques : la lampe à ampoule simple de ces catégories se vend à New-York 1,65 fr (renouvellement gratuit) et 1,95 fr (renouvellement non gratuit). Les lampes au tungstène de 60 et 100 watts sont mises en vente à New-York, par la compagnie Edison, aux prix de 2,20 et 2,60 fr respectivement, et la lampe de 250 watts au prix de 5,70 fr. Quant aux lampes au tantale de 25, 40 et 50 watts, elles sont vendues à New-York à raison de 0,90 fr aux abonnés bénéficiant du renouvellement gratuit et de 1,55 fr aux abonnés n'ayant pas le renouvellement gratuit. Enfin, la lampe au tantale de 80 watts se vend respectivement 1,10 et 2,60 fr.

En résumé, la réduction varie, à New-York, de 0,25 fr pour les lampes au tungstène de petites dimensions à 1,05 fr pour la lampe au tantale de 80 watts; à Boston, la même réduction varie de 0,50 fr pour les petites lampes au tungstène à 0,75 fr pour la lampe au tungstène de 250 watts. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Production de bauxite et d'aluminium aux Etats-Unis en 1911.

La production de la bauxite aux Etats-Unis durant 1911, lisons-nous dans l'*Electrical World*, qui emprunte ses informations à un rapport officiel, s'est élevée à 155 618 tonnes représentant une valeur de 3 900 000 fr environ. Cette production a été supérieure à celle de 1910 dans la proportion de 6686 tonnes en quantité et de 178 000 fr en valeur. Ce sont là des augmentations normales qui prouvent la prospérité de l'industrie de la bauxite et des industries tributaires. Le prix moyen de vente du minerai dans les mines mêmes a été, en 1911, de 25 fr la tonne. Quant aux exportations d'aluminium faites par les Etats-Unis en 1911, elles ont atteint une valeur de 6 024 000 fr, contre une valeur de 1 585 000 en 1907. — G.

### Une nouvelle source de caoutchouc.

Suivant l'*Electrical Review*, on a découvert qu'un arbre du Natal (Afrique), dit le « Tirucalli », qui était jusqu'à présent considéré comme n'ayant aucune valeur commerciale, fournit un latex contenant du caoutchouc. Un planteur de caoutchouc de Singapore a d'abord signalé le fait; depuis, une compagnie, exploitant une concession dans la vallée de Tugela, a exporté à Londres durant plusieurs mois, et cela à raison d'une tonne par semaine, du coagulum brut provenant de l'arbre en question. Le produit obtenu se prêterait à l'isolement électrique et se mélangerait avantageusement avec le caoutchouc de Para. Le tirucalli abonde, paraît il, au Natal; on peut l'inciser et recueillir son latex une fois par mois. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### La nouvelle sation radiotélégraphique de Nauen.

On a édifié une tour provisoire en bois à Nauen, lisons-nous dans l'*Electrotechnische Zeitschrift*, en attendant la reconstruction de la station radiotélégraphique de cette localité. La nouvelle construction définitive en fer ne sera pas achevée avant quelques mois; elle mesurera 250 m de hauteur et présentera une bien plus grande solidité que la précédente. Une fois qu'elle sera achevée, on y entreprendra des expériences sur la transmission des ondes électriques au travers du sol. A cet effet, on fera pénétrer les fils jusqu'à une profondeur de 100 m dans la terre. — G.

### Radiotéléphonie en Italie.

Suivant le *Times*, des expériences de radiotéléphonie, couronnées de succès, viennent d'avoir lieu en Italie sur l'initiative des ministères de la guerre et de la marine. On est parvenu à communiquer radiotéléphoniquement entre Monte Mario, près Rome, et la station Becco di Vela située dans l'île Maddalena, sur la côte de la Sardaigne, soit à une distance d'environ 250 km. Les paroles transmises sont parvenues avec la plus grande netteté. De Monte Mario on a lu un long article de journal qui a été répété par la station de Maddalena. Cette dernière a remarqué, tant la voix parvenait distincte, que deux opérateurs ont été employés successivement au Monte Mario, à lire l'article de journal précité. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Télégrammes faisant le tour de la terre.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* rapporte que le *Times* de New-York s'est adressé à lui-même, voilà quelque temps, un télégramme de neuf mots qui devait revenir au point de départ après avoir fait le tour du globe : ce télégramme a effectué le parcours en 16 1/2 minutes, franchissant 16 étapes. Lors de l'ouverture du câble transpacifique, voilà onze ans, on avait également lancé autour de la terre un télégramme qui avait accompli le trajet en seulement 9 1/2 minutes, mais on avait eu soin de prendre d'avance toutes les précautions nécessaires pour assurer une transmission aussi rapide que possible; par contre, le télégramme de 1912 a été traité, lui, comme une dépêche ordinaire. Le même télégramme de 1912 a passé partout au nord de l'Equateur : par Honolulu, Manille, Hongkong, Singapore, Bombay, Suez, Gibraltar et Fayal. — G.

### La téléphonie à Chicago.

Le développement de la téléphonie à Chicago, lisons-nous dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, est extraordinairement considérable. D'après les plus récentes statistiques, la compagnie téléphonique de cette ville a dépassé le chiffre de 250 000 postes d'abonnés, ce qui représente un téléphone par 9 habitants. Chicago est donc, après New-York, la ville du monde entier qui possède le plus de téléphones par rapport au

chiffre de sa population : elle en compte deux fois plus que Londres et cinq fois plus que Paris. — G.

### La téléphonie à Vienne.

La réforme du service téléphonique de Vienne, lisons-nous dans l'*Electrical Review*, doit être complètement réalisée au cours des dix prochaines années. On avait d'abord songé à doter la capitale autrichienne du service entièrement automatique; mais on a résolu, en fin de compte, d'adopter le système semi-automatique. On doit installer dix bureaux centraux semi-automatiques, chacun de 10 000 abonnés. On va aménager d'abord trois de ces bureaux. — G.

## TRACTION

### La traction électrique sur les chemins de fer de l'Etat italien en 1910-1911.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* analyse comme il suit la partie du rapport de la direction générale des chemins de fer de l'Etat italien, pour 1910-11, en ce qui concerne la traction électrique :

Le service électrique donne des résultats très satisfaisants sur la ligne de Giovi se rendant de Pontedecimo à Busalla. C'est au point qu'on a pu déjà faire reprendre la voie normale à une partie du trafic, que l'on avait dû acheminer par la ligne auxiliaire. Aucune difficulté technique ne s'est produite après l'inauguration du nouveau système de traction. L'ensemble de l'installation, avec tous ses appareils, s'est révélé comme correspondant aux besoins. La consommation de courant, sur tous les points de la ligne et aux aiguillages, est normale, et on ne constate aucune formation d'étincelles sur la canalisation aérienne adoptée, bien que la ligne de trolley présente des hauteurs différentes, selon que la voie se trouve à l'air libre ou en tunnel. On a étudié, durant l'exercice examiné, l'extension du service électrique aux lignes Bardonecchia-Bussoleno, Savone-Ceva et Turin-Pignerol. Des arrangements ont déjà été passés avec l'industrie privée en vue de la fourniture de l'énergie nécessaire pour l'exploitation de ces nouvelles lignes. Enfin la traction électrique a été introduite, pour une partie du trafic, sur la ligne Lecco-Calolzio. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Développement des stations hydraulico-électriques aux Etats-Unis.

On lit dans l'*Electrical World* que le rapide développement des stations hydraulico-électriques aux Etats-Unis est principalement dû aux améliorations introduites dans les systèmes de transport du courant à de grandes distances. L'accroissement des stations de l'espèce produisant du courant affecté à la traction et à l'éclairage, pour la période de 1902 à 1907, a été de 200 0/0; il a porté sur un rendement total de 75 0/0, tandis que l'augmentation des mêmes stations centrales affectées à l'alimentation d'entreprises industrielles n'a été, en trois ans, que de 11 0/0. On évalue le total de l'énergie hydraulique pouvant être transformée en courant et disponible aux Etats-Unis, en supposant un rendement, sur les turbines, de 75 0/0, à 52 millions de chevaux; sur ce chiffre, on n'utilisait encore qu'environ 6 millions de ch (soit 12 0/0) en 1908. Des chutes d'eau pouvant être électriquement exploitées, 88 0/0 se rencontrent sur un territoire relativement peu étendu, dans les cinq Etats suivants : New-York (Niagara), Nouvelle Angleterre, Caroline du sud, Californie et Pensylvanie. — G.

# Bibliographie

**Les forces hydrauliques du Canada**, par Léo-G. Denis et Arthur-V. White. 1 vol. format 24 × 16 cm, de 424 pages avec nombrenses, photographies et cartes.

Cet intéressant et très documenté rapport a été adressé au Gouverneur général du Canada, par le président de la Commission de la Conservation sur les forces hydrauliques du Canada. Il représente un travail considérable, le plus complet qui ait été publié sur les forces hydrauliques du Dominion.

Il renferme les caractères essentiels des renseignements connus antérieurement, mais il les complète par les résultats des levés sur place. C'est la première fois que l'on trouve rassemblés les données déjà publiées et des renseignements inédits.

Les données ayant trait à la législation publique et particulière, se rattachant aux grandes usines hydraulico-électriques établies aux chutes du Niagara n'avaient jamais été rassemblées.

Cet ouvrage est complété par une série de grandes cartes des forces hydrauliques des provinces de Québec, de la Nouvelle-Écosse, du nouveau Brunswick, de l'île du Prince Édouard, des provinces des Prairies, de la Colombie Britannique, de l'Ontario et enfin des canaux d'irrigation de l'Alberta méridional. On y trouve également des plans relatifs aux installations des principales usines hydraulico-électriques.

Édité avec grand luxe et d'une exécution irréprochable au point de vue des cartes et photographies qui illustrent le texte, ce Rapport mérite d'être signalé à tous ceux, et ils sont nombreux, qui s'occupent de l'utilisation

des forces hydrauliques naturelles pour la production de l'énergie électrique.

—oo—

**Monographien über angewandte Elektrochemie, herausgegeben von Viktor Engelhardt. XLI. Band. Die elektrolytische Alkalichloridzerlegung mit starren Metallkathoden** *(Monographies sur l'électrochimie appliquée, publiées par Victor Engelhardt. XLIe volume. La décomposition électrolytique des chlorures alcalins au moyen de cathodes métalliques rigides)*, par le Dr Jean Billiter. 1re partie. Un volume format 245 × 170 mm, de VIII-284 pages, avec 189 figures. Prix, broché : 16,5 mark (Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, éditeur, 1912.)

Il y a une vingtaine d'années seulement qu'on se livre industriellement à la décomposition électrolytique des chlorures alcalins, et cette branche de l'électrochimie technique a déjà pris une extension énorme. Comme tous les procédés les plus importants, à cet effet appliqués, ont été brevetés en Allemagne, en Angleterre ou aux États-Unis, M. Billiter a cru devoir limiter son étude de la question à l'examen des brevets obtenus dans ces trois pays. Les brevets dont il s'agit sont au nombre de 450 environ. Il a classé les brevets allemands et anglais par ordre chronologique dans les groupes ci-après : Procédés et appareils, diaphragmes, électrodes (construction, matériaux, connexions). Il a également passé en revue chronologiquement, dans la mesure du possible, les brevets américains.

Relativement aux brevets allemands, notons que l'auteur a reproduit *in-extenso* le texte de ceux concernant des procédés appliqués. Enfin, à l'occasion de chaque brevet, M. Billiter s'est attaché à exposer en quelques mots les avantages et les inconvénients les plus notables des propositions formulées.

Une description détaillée des installations industrielles dans lesquelles on applique les procédés connus de décomposition électrolytique des chlorures alcalins au moyen de cathodes métalliques doit faire l'objet d'un second volume qui paraîtra, encore en 1912, dans la même collection de monographies.

—oo—

**Untersuchungen über magnetische Hysteresis** *(Recherches sur l'hystérésis magnétique)*, thèse pour l'obtention du grade de docteur-ingénieur, présentée à la Haute-École technique de Berlin, par Fritz Holm, le 5 juillet 1911. Brochure format 260 × 190 mm, de 29 pages. (Berlin, imprimerie A. Schade, 1912.)

—oo—

**Die elektrische Kraftübertragung. I. Band : Die Motoren, Umformer und Transformatoren. Ihre Arbeisweise, Schaltung, Anwendung und Ausführung** *(Le transport électrique à distance de l'énergie. 1er volume* : **Les moteurs, convertisseurs et transformateurs. Leur fonctionnement, leur montage, leur emploi et leur construction)**, par Herbert Kyser, ingénieur en chef. Un volume, format 230 × 150 mm de VIII-372 pages, avec 277 figures et 5 tables. Prix : relié : 11 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1912).

L'emploi toujours plus étendu du courant électrique dans les domaines de la vie publique et de la vie privée, les nombreuses méthodes aujourd'hui applicables pour la génération de ce courant, pour son transport, sa distribution et son utilisation, — tout cela impose aujourd'hui à l'ingénieur et même à l'étudiant l'obligation de s'initier à toutes les questions théoriques, pratiques et économiques de la technique des courants industriels.

Aussi l'ouvrage ci-dessus, qui traite particulièrement le côté pratique en matière d'installations électriques, a-t-il été écrit pour venir en aide, par des conseils et des explications, à l'étudiant et à l'ingénieur-praticien. Il doit se composer de deux volumes. Le premier, que nous avons sous les yeux, étudie les moteurs de toutes sortes, les convertisseurs et les transformateurs; le second volume, lui, sera consacré aux canalisations envisagées aux points de vue mécanique et électrique, aux appareils et instruments, ainsi qu'à la génération du courant et aux dispositifs de distribution, etc. L'auteur a adopté cette répartition des matières traitées parce que les conditions et le mode de fonctionnement des appareils consommateurs de courant (moteurs, fours, machines agricoles électriques, etc.), doivent être nécessairement connus, avant que l'on puisse déterminer quelle est l'espèce de courant, quelle est la tension la plus avantageuse pour l'établissement et la réalisation d'un projet quelconque.

Pour en revenir au premier volume sus-mentionné, nous remarquerons que sa première section nous apprend : quelle espèce de moteur est la plus avantageuse pour l'actionnement d'une machine de travail donnée; comment les facteurs dits force de torsion, nombre de tours, rendement, etc., se comportent réciproquement sur une machine recevant des charges diverses et quelle espèce de courant il convient d'adopter en conséquence. M. Kyser a eu soin de faire précéder chaque espèce de moteur des équations fondamentales et d'en déduire, au moyen des courbes caractéristiques convenables, le mode de fonctionnement en général, le démarrage, le réglage.

La deuxième section du même volume traite de la conversion de l'énergie électrique.

Enfin, la troisième section, de beaucoup la plus étendue (p. 192-358), étudie la transformation. Elle contient notamment une discussion critique des schémas de montage et de sous-stations de transformations de toutes espèces et de toutes destinations déjà exécutées.

L'auteur s'est surtout attaché aux constructions des grandes maisons allemandes.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Pompe à mercure, système Moulin.

La pompe Moulin permet d'obtenir rapidement le vide de Crookes, en partant de la pression atmosphérique, résultat auquel on n'arrivait jusqu'à présent que par l'emploi d'une pompe auxiliaire ou d'une pompe à eau.

Le premier modèle de cette pompe où le verre prédominait était assez fragile. Le modèle actuel, tout en acier, est devenu véritablement industriel et est utilisé, non seulement par les constructeurs d'ampoules radiographiques, mais aussi par les fabricants de lampes à incandescence.

Dans cette pompe (fig. 9), le mercure se comporte comme joint étanche, supprimant le graissage du piston ainsi que les espaces nuisibles.

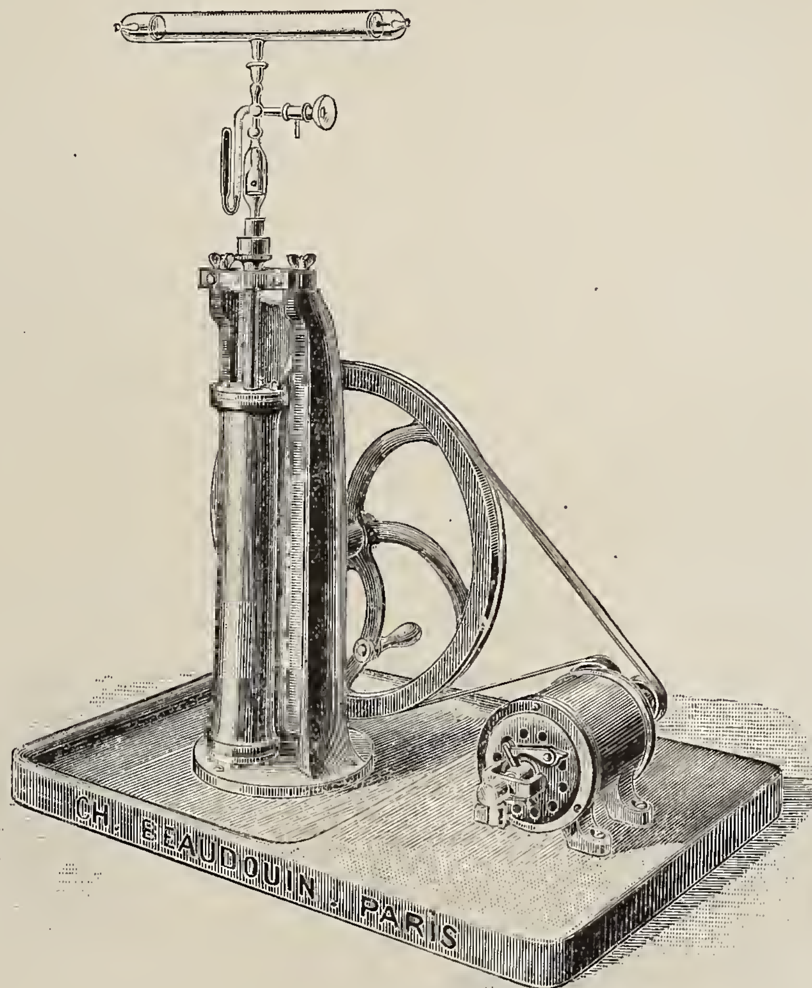


Fig 9

Cette pompe se compose en principe d'une tige centrale fixe, d'un piston en forme de cloche et d'un cylindre en fonte A (fig. 10), animé d'un mouvement alternatif de montée et de descente, obtenu soit à la main, soit au moyen d'un moteur électrique dans les pompes de grandes dimensions. Un bâti en fonte, portant deux glissières, sert de support à tous les organes de l'appareil.

Le piston C, en forme de cloche, n'a qu'une course très limitée; il vient buter contre la pièce B quand le cylindre A monte et vient se plaquer contre l'épaulement E de la tige centrale *t* lorsque le cylindre A descend. Tout grippement est rendu impossible grâce à un système de bagues monté sur le piston-cloche C.

La tige centrale *t* est fixe et se relie au récipient dans lequel on doit faire le vide. Elle est pourvue en E d'un épaulement, dont on verra plus loin l'utilité, et porte, à sa partie inférieure, un siège et un logement pour la bille servant de clapet.

Lorsque le cylindre A descend (fig. 10), il entraîne la cloche C qui vient s'appuyer sur l'épaulement rodé E, empêchant ainsi toute communication entre l'intérieur de la cloche et l'extérieur. Le mercure, s'écoulant assez lentement autour de la cloche-piston, descend à l'intérieur en faisant le vide au-dessus de lui; la bille, qui flotte à la surface du mercure, quitte son siège et se trouve arrêtée par une petite goupille. L'air ou tout autre gaz provenant du récipient à vider passe par les ouvertures *d* et vient remplir l'intérieur de la cloche C.

Quand le cylindre monte (fig. 11), le mercure soulève d'abord la bille et vient la plaquer sur son siège. L'air contenu dans la cloche se trouve d'abord comprimé, puis, la cloche se soulevant, l'air se trouve chassé dans le tube F par le mercure qui, s'étant écoulé entre la cloche C et le cylindre, vient combler l'espace nuisible.

Le gaz et le mercure, ainsi évacués, sortent par les ouvertures P. Une petite cloche *i*, vissée sur la tige centrale, empêche le mercure d'être projeté à l'extérieur et le fait retomber dans le man-

chon H, muni d'ouvertures *h*, où il se sépare des bulles entraînées.

Le tube de verre de la canalisation est mastiqué dans une douille métallique rodée sur l'extrémité de la tige centrale. Un joint de mercure empêche toute fuite pouvant provenir de ce rodage; on peut aussi intercaler une pièce portant un récipient à anhydride phosphorique, une soupape de garde et un petit manomètre. La vitesse de marche de la pompe peut varier de 60 à 100 tours par minute, mais la vitesse de 60 tours est préférable.

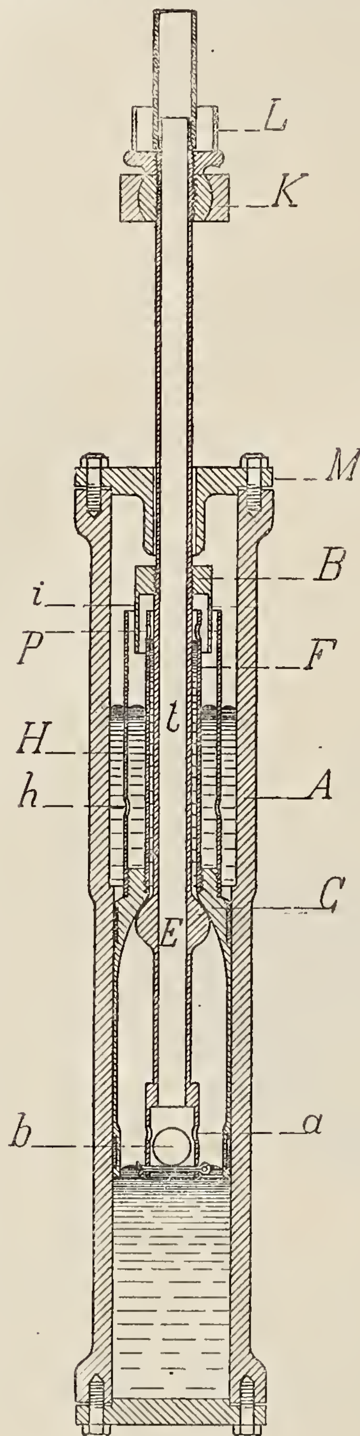


Fig. 10.

Le démontage et le remontage de cette pompe s'effectue très facilement en quelques minutes.

Pour la démonter, on procède de la manière suivante : enlever le mercure contenu dans la petite cuvette supérieure L; dévisser les écrous à oreille de la pièce K, dévisser les boulons M et sortir verticalement la tige centrale en enlevant, en même temps, la cloche C. Le mercure qui se trouve contenu entre le manchon H et le cylindre A, reste dans ce dernier, le diamètre intérieur de la partie supérieure étant plus grand que celui de la partie inférieure. Cela fait, vider par les ouvertures *h* le mercure restant dans le manchon, dévisser la rotule de la traverse supérieure K, enlever le couvercle M, dévisser la petite cloche B ainsi que le manchon H et enfin sortir la cloche C.

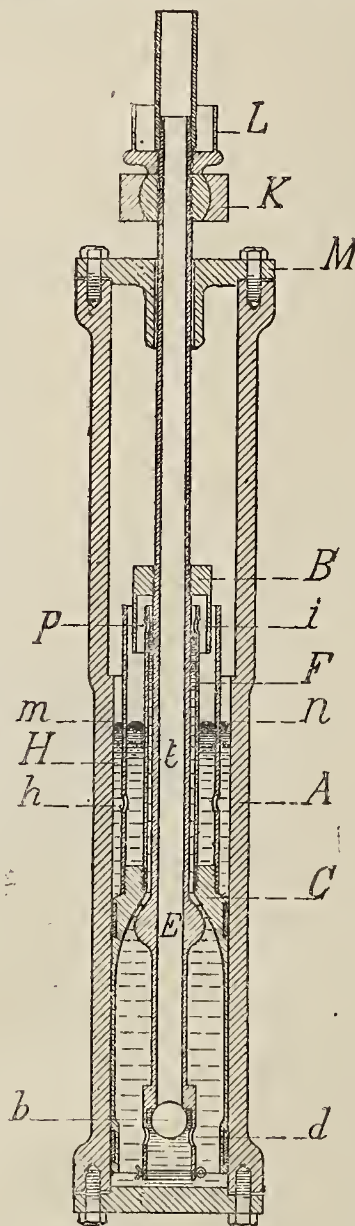


Fig. 11.

Pour remonter la pompe, on procède de la manière inverse, après avoir vidé la totalité du mercure dans le cylindre A.

Une précaution essentielle à prendre consiste à ne laisser tomber dans la pompe aucun lubrifiant : graisse, huile ou pétrole et si les différents organes, une fois démontés, ont été enduits de graisse pour les préserver de l'humidité, il faut avoir le soin d'enlever soigneusement cette graisse,

au moment de remonter l'appareil, en lavant les différentes pièces avec de l'éther ou avec de l'alcool. Lors du montage, il faut, autant que possible, éviter de toucher le tube central et la cloche avec les doigts et les prendre avec un chiffon bien sec.

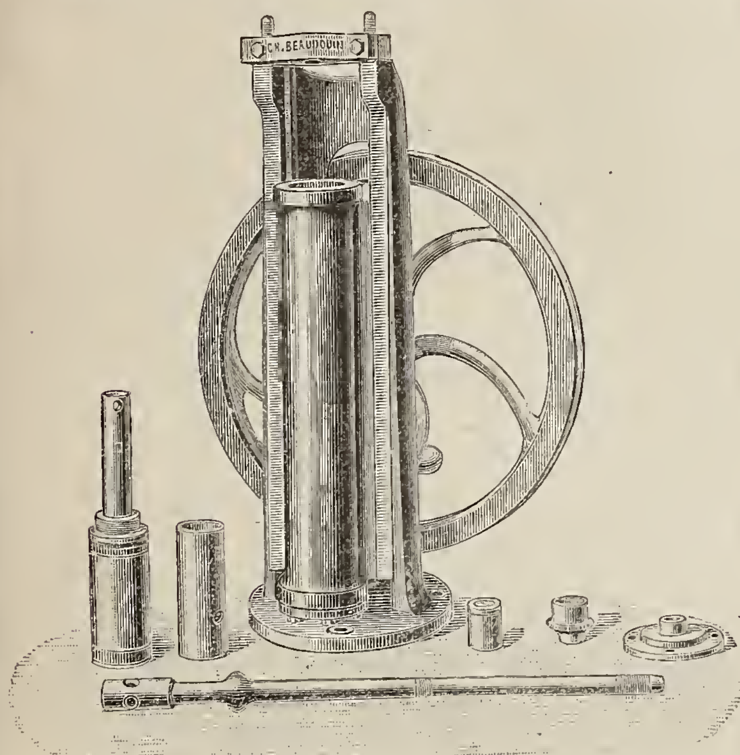



Fig. 12.

La quantité de mercure qu'il convient d'employer pour obtenir un bon fonctionnement est poinçonnée sur chaque pompe.

La figure 12 représente la pompe démontée avec ses différents organes.

Les résultats obtenus avec une pompe Moulin de 90 mm de course et de 55 mm d'alésage, faisant le vide dans un ballon de 11 litres, le vide ayant été déjà fait une première fois, sont les suivants :

| | | | | Pression. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 minutes, | 30 secondes. | | | 480 | mm |
| 1 — | 0 | — | | 295 | — |
| 1 — | 30 | — | | 185 | — |
| 2 — | 0 | — | | 130 | — |
| 2 — | 30 | — | | 90 | — |
| 3 — | 0 | — | | 70 | — |
| 3 — | 30 | — | | 40 | — |
| 4 — | 0 | — | | 30 | — |
| 4 — | 30 | — | | 25 | — |
| 6 — | | | | 20 | — |
| 6 — | | | | 10 | — |
| 10 — | | | | 0,7 | — |
| 15 — | | | | 0,08 | — |
| 20 — | | | | 0,025 | — |
| 30 — | | | | 0,007 | — |
| 45 — | | | | 0,0012 | — |
| 1 heure, 0 — | | | | 0,0008 | — |
| 2 heures, 30 — | | | | 0,0002 | — |

Le volant de cette pompe a 420 mm de diamètre; la pompe pèse 41 kg et sa hauteur totale est de 60 cm.

C'est une pompe qui est de nature à intéresser tout particulièrement les fabricants de lampes à incandescence et c'est à ce titre que nous avons jugé utile d'en donner la description (1).

J.-A. MONTPELLIER.

(1) Constructeur : M. Ch. Beaudoin, 31, rue Lhomond, à Paris.

# L'Isolation en électrotechnique.

*(Suite et fin)* (2).

Ce résultat appelle quelques observations.

Pour un condensateur donné, le pouvoir inducteur spécifique $K$ est une constante (en supposant les conditions de température et de pression fixées). Si on communique au condensateur une charge $Q$, on voit que le champ entre les armatures est le même en tous les points, puisque dans la formule ci-dessus il ne figure aucune quantité dépendant du point envisagé. Le champ est uniforme.

Si on fait croître la charge, le champ croît proportionnellement et, fait remarquable, il ne dépend nullement de la distance qui sépare les armatures. Cela tient à ce que le champ est uniforme entre les deux armatures, par suite indépendant en tout point de la distance à l'une ou l'autre des armatures.

Ces conclusions ont cependant besoin d'une correction ; elles supposent que les tubes de force sont de petits cylindres à génératrices rectilignes et perpendiculaires aux deux surfaces d'armature.

(2) Voir *l'Electricien*, 1912, tome XLIII, pages 197, 261, 393, 406 et n° 1123, p. 9.

Il y a des régions du condensateur où cela n'est pas exact : ce sont les bords des armatures. En ces points (fig. 13) les lignes de force s'incurvent. Mais nos conclusions gardent toute leur force dans les régions intérieures dès qu'on est à une certaine distance, d'ailleurs assez faible, des bords.

En pratique, on diminue ces effets perturbateurs en donnant aux armatures une surface grande par rapport à leur distance.

De l'expression du champ rapprochons la formule qui exprime la charge d'un condensateur

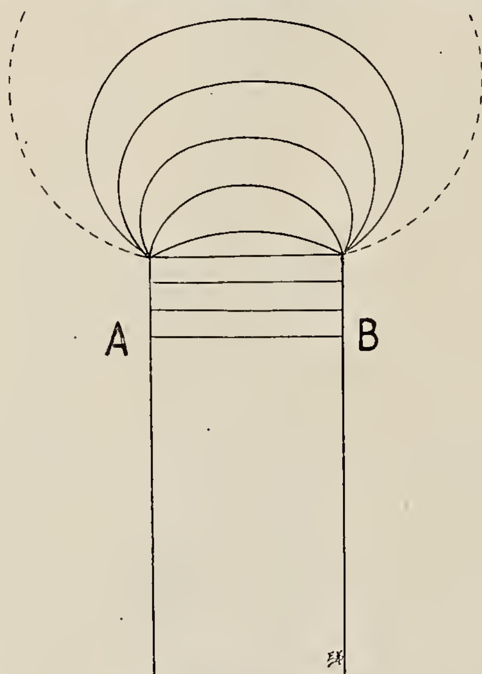


Fig. 13.

en fonction de la différence de potentiel des armatures.

$$Q = CU$$

d'où nous tirons

$$U = \frac{Q}{C}$$

$C$ a pour valeur $\frac{KS}{4\pi e}$. Diviser $Q$ par $C$ revient à multiplier par $\frac{4\pi e}{KS}$ d'où nous avons

$$U = Q \times \frac{4\pi e}{KS}$$

ou en rangeant les lettres dans un autre ordre, ce qui ne change rien au résultat

$$U = \frac{4\pi Q}{KS} e.$$

Mais $\frac{4\pi Q}{KS}$ c'est précisément le champ uniforme $\mathcal{H}$ entre les armatures. Nous pouvons donc écrire

$$U = \mathcal{H}e.$$

Ainsi la différence de potentiel entre les armatures est égale, dans un condensateur plan, au produit du champ par l'épaisseur du diélectrique; inversement, le champ uniforme entre les armatures d'un condensateur plan est le quotient de la différence de potentiel des armatures par leur distance.

Bien entendu, pour utiliser ces formules, il faut se servir pour toutes les quantités qui y figurent du même système d'unités, par exemple, du système d'unités électrostatiques *C. G. S.*

La formule précédente fournit un moyen pratique de déterminer le champ à l'intérieur d'un condensateur plan d'épaisseur donnée : il suffit de mesurer à l'électromètre la différence de potentiel entre les armatures.

On doit encore remarquer que, pour un même champ donné, la différence de potentiel qu'on peut appliquer à un condensateur est proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique.

Par des raisonnements semblables on déterminerait le champ dans les divers cas qui peuvent se présenter et on trouverait naturellement une expression particulière pour chaque type de condensateur. Généralement, le champ ne sera pas uniforme et ce n'est que par approximation plus ou moins grossière qu'on pourra parfois le considérer comme tel dans une petite région du diélectrique. On s'en rend aisément compte. Par exemple, dans le condensateur cylindrique (dont on peut prendre pour type le câble sous plomb), le flux d'induction est émis radialement, les lignes de force étant par symétrie des droites issues de l'axe et normales à cet axe. Ce flux se répartit sur des surfaces de plus en plus grandes à mesure qu'on s'éloigne de l'axe et, comme le produit $K\mathcal{H}S$ doit rester constant, il faut de toute nécessité que le champ diminue. On reconnaîtra sans peine que les surfaces isopotentielles sont dans ce cas des cylindres concentriques.

Nous avons donc la possibilité de calculer le champ auquel un diélectrique peut se trouver soumis. Ce qu'il importe au fond de remarquer, c'est que lorsque ce diélectrique sert de lame isolante à un condensateur, pour un même potentiel, il se trouve soumis à un champ beaucoup plus élevé. Ce fait n'est que la conséquence de ce que pour un même potentiel un condensateur admet une charge plus grande qu'un conducteur isolé. Par conséquent, d'une façon générale, chaque fois que deux conducteurs, ou qu'un conducteur et la terre, seront disposés de façon à former un condensateur, le milieu diélectrique intermédiaire sera soumis à un champ plus intense et c'est là un point dont il faudra tenir compte.

Nous terminerons ces considérations générales par quelques réflexions à propos de l'énergie emmagasinée par les conducteurs électrisés, notamment par les condensateurs.

Un corps chargé d'électricité contient une certaine provision d'énergie. Nous l'avons observé déjà en déchargeant une sphère électrisée avec un fil conducteur très fin relié à la terre. Nous avons vu ce fil être le siège de phénomènes calorifiques et lumineux qui sont la manifestation de l'énergie que la sphère électrisée renfermait à l'état potentiel.

La charge d'un conducteur se fait progressivement par additions successives de petites charges électriques de même nature, toutes positives ou toutes négatives. Lorsqu'à la surface d'un conducteur, qui a déjà atteint un certain potentiel $u$, on amène une petite quantité $q$ d'électricité de même signe, cette charge supplémentaire $q$ subit une force répulsive de la part des charges existant déjà sur le conducteur. Il faut donc dépenser un certain travail contre cette force répulsive pour ajouter la charge $q$ à la charge antérieurement acquise par le corps. Le raisonnement vaut, quelque petite que soit cette charge primitivement acquise. Puisqu'il faut dépenser du travail pour charger un conducteur, l'énergie ainsi dépensée doit se retrouver à l'état potentiel sur le conducteur, prête à se manifester dès qu'on lui en fournira l'occasion.

Quand, avec un treuil, on élève un poids, on dépense du travail et le poids acquiert de l'énergie potentielle puisque, si on l'abandonne, il tombe en produisant du travail utilisable. De même, on dépense du travail pour bander un ressort qui, en se détendant, est à son tour capable de restituer ce travail, etc.

Ce que nous venons de dire d'un conducteur est également vrai d'un système de conducteurs et d'un condensateur.

On démontre, en s'appuyant sur le raisonnement précédent et nous ne reproduirons pas ce calcul, que si $Q$ est la charge du condensateur (ou du conducteur), $C$ la capacité, $U$ la différence de potentiel entre les armatures (ou le potentiel du conducteur), l'énergie électrostatique $W$ est

$$W = \frac{1}{2} QU$$

et comme $Q = C U$ on peut écrire les diverses expressions équivalentes

$$W = \frac{1}{2} QU = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{Q^2}{2C}$$
$$= \frac{2\pi e Q^2}{KS}.$$

S'il y a plusieurs condensateurs, le lecteur établira sans difficulté, grâce aux formules de couplage que nous avons rappelées, que l'énergie d'une batterie de $n$ condensateurs associés en quantité est $n$ fois plus grande que l'énergie de chacun des condensateurs; s'ils sont associés en cascade, cette énergie est $n$ fois plus petite que celle d'un seul condensateur chargé au même potentiel.

Ces résultats ont été soumis, par le physicien Riess, à une vérification expérimentale. Il s'est servi d'un appareil, auquel est resté le nom de thermomètre électrique et dont le principe est le suivant :

On décharge un condensateur dans un fil fin de platine enfermé à l'intérieur d'un ballon de verre complètement clos et contenant de l'air à la pression atmosphérique. La chaleur dégagée dans le fil de platine échauffe et dilate l'air du ballon, d'où un accroissement de pression qui est mesuré avec une sorte de manomètre à air libre, très sensible, adapté à une tubulure du ballon.

Les lois de Mariotte et de Gay-Lussac permettent de déduire de cette expérience l'énergie dépensée dans le fil de platine.

Riess trouva que cette énergie était proportionnelle au carré de la charge et en raison inverse de la grandeur de la surface sur laquelle cette charge est distribuée. D'autres expérimentateurs reconnurent que la chaleur dégagée dans le fil de platine est inversement proportionnelle au pouvoir inducteur spécifique K et proportionnelle à l'épaisseur $e$ du diélectrique.

A l'époque où Riess faisait ses expériences, 1837-1838, les idées actuelles sur l'énergie ne s'étaient pas encore exprimées. Il eut donc le très grand mérite de découvrir expérimentalement ces lois avant qu'il fût possible de les établir théoriquement. Il n'est pas sans intérêt d'observer, à ce propos, la concordance entre les résultats de l'expérience et les déductions de la théorie.

Dans l'expérience de Riess, toute l'énergie du condensateur est transformée en chaleur. Il peut n'en être pas toujours ainsi. Elle peut se dépenser sous des formes diverses qui peuvent coexister. Dans nos idées actuelles il faut considérer que le condensateur renferme une certaine provision d'énergie. A la décharge, lorsque cette énergie est libérée, on la retrouve partie sous forme calorifique, partie sous forme lumineuse, partie sous forme mécanique..., et si on a soin de dénombrer et mesurer exactement ces diverses parties on retrouve intégralement l'énergie primitive.

L'expérience de Riess peut également servir de transition entre ce qu'on a appelé l'électricité statique et l'électricité dynamique. Elle montre qu'il n'y a pas deux ordres distincts de phénomènes électriques différant par leur nature, mais seulement deux effets particuliers, deux manières d'être d'un même agent. Nous y voyons, en effet, les charges électriques quitter l'une des armatures A du condensateur, circuler dans le fil de platine et faire retour à l'autre armature B.

Nous savons maintenant que cette circulation exige que la première armature soit à un potentiel plus élevé que l'autre. D'autre part, l'expérience montre que le courant dans le fil s'arrête quand les deux armatures sont revenues au même potentiel.

On peut dire que les charges positives quittent l'armature A et viennent neutraliser les charges négatives de l'armature B après avoir abandonné dans le fil de platine la provision d'énergie potentielle dont elles disposaient, tout comme l'eau passant du bief d'amont au bief d'aval après avoir circulé dans la turbine cède à celle-ci son énergie potentielle.

Alors on conçoit que si on amène constamment de nouvelles charges sur l'armature A de façon à lui maintenir son potentiel initial en compensant à chaque instant exactement les charges qu'elle perd par la décharge dans le fil de platine, le phénomène pourra se continuer indéfiniment et le fil de platine sera le siège d'un courant continu de charges électriques.

Telle est la liaison des deux groupes de phénomènes électriques.

Au point de vue que nous étudions, le courant électrique donne lieu à un certain nombre de faits intéressants, en particulier la conductibilité électrique. Mais, au contraire des faits principaux de l'électrostatique, ceux-ci sont généralement connus du public et ils se présentent d'ailleurs avec une simplicité beaucoup plus grande. Aussi n'y insisterons-nous pas et aborderons-nous prochainement l'étude des propriétés particulières des isolants et des conditions de leur emploi. Nous étudierons d'abord le pouvoir inducteur spécifique et la conductibilité et nous résumerons les principales données expérimentales aujourd'hui acquises à cet égard.

Ch. VALLET.

# Distribution de l'énergie dans Londres par courant continu.

Dans l'un des travaux qui ont été examinés pendant le Congrès d'été de l'Institution des Ingénieurs-électriciens, à Glasgow (12-14 juin) M. J. Highfield, l'ingénieur en chef de la Compagnie « Metropolitan Electric Supply », a donné un plan détaillé du réseau de distribution par courant continu tel qu'il a été mis en service par cette Compagnie pour alimenter la partie ouest de Londres. Cette zone s'étend sur une superficie de 776 hectares, l'extrême distance séparant les points les plus éloignés de la station d'énergie de Willerden étant environ de 45 km. Cette compagnie a la concession de districts plus considérables encore, mais on ne sait encore quand la distribution s'y effectuera. Par suite de la faible charge qui existe dans une grande partie de la zone alimentée, il était important de choisir un système qui soit le moins onéreux comme circuits et en même temps prêt à toute extension, le plus économiquement possible, pour répondre aux accroissements probables de la population et des demandes. Il était également nécessaire de choisir un système qui, tout en étant économique pour de petites distances, pouvait facilement s'étendre sur de très longues distances et il fut décidé que la valeur commerciale de l'entreprise était suffisamment grande pour se départir des méthodes ordinairement pratiquées en Angleterre.

M. Highfield examine le rendement, le fonctionnement et le coût du système-série à courant continu et décrit également le matériel. Il montre que l'on se décida à installer des circuits ayant une capacité de 10 000 kw avec une réserve suffisante, dans le cas d'avaries et, après de longues études, on trouva que deux câbles à simple conducteur, ayant une âme de 3,2 mm de diamètre avec un isolement au papier de 1,3 cm d'épaisseur suffisant pour un courant continu à 100 000 volts, pourraient être élongés dans un tuyau de fonte et à des prix inférieurs à ceux de tout autre système de capacité semblable. Pour assurer la continuité de la distribution en cas de rupture de l'un des principaux circuits, il était désirable de se servir de la terre comme conducteur de réserve. Des recherches ayant de plus démontré la possibilité sans risques d'interférences avec les autres cir-

cuits électriques, on a adopté cette méthode avec le consentement du Board of Trade, ce qui épargna les frais d'un troisième câble. Pour la distribution secondaire, les circuits sont de beaucoup moindre capacité et alimentent de petites sous-stations pour l'éclairage de vilages ou de petites villes et de gros abonnés particuliers. Une tension relativement élevée étant nécessaire pour ce but, on décida d'adopter du courant triphasé à 3000 volts et pour le réseau alimentant de plus petits abonnés, le système à quatre conducteurs avec du courant triphasé à 415 volts entre phases. Ce réseau ainsi compris permet de réaliser de plus grandes économies et procure des avantages plus grands que tout autre. La tension relativement élevée des circuits secondaires permet d'alimenter de chaque sous-station une zone d'environ 25 hectares. C'est ainsi qu'en dépit de la nature très disséminée des demandes chaque sous-station peut comprendre un matériel puissant et s'accroître en puissance.

Le système des câbles de transmission consiste en câbles isolés au papier et revêtus de plomb, élongés dans des tuyaux de fonte de 6,6 cm de diamètre intérieur. Ces tuyaux sont joints par de l'étoupe et de l'argile et sont reliés électriquement par trois clavettes de fer qui se rabattent en s'enfonçant dans les tuyaux, chaque joint étant recouvert d'une boîte de fonte fendue. De cette manière, le câble est admirablement protégé. Ce réseau s'étend de la station d'énergie à South fall, à une distance d'environ 11,2 km. Les joints, dans les câbles, sont faits en papier d'après une méthode employée par la compagnie métropolitaine depuis quelques années sur des câbles concentriques à 10 000 volts. Le plomb est d'abord soigneusement enlevé, puis l'isolement au papier est désenroulé, et non coupé, de manière à ménager quatre échelons; les conducteurs sont reliés par un manchon, et le tout est recouvert d'un ruban de papier de 2,5 cm de large; on rétablit ensuite les enroulements primitifs, on replace le plomb que l'on recouvre d'une feuille de plomb fondue au chalumeau. Ces joints sont peu dispendieux et donnent toute satisfaction.

Chaque longueur de câble de 220 m a été essayée à l'usine sous 75 000 volts alternatifs à la fréquence 60, cette tension étant appliquée pendant 10 minutes. Puis un échantillon de 1,80 m, pris sur chaque longueur, fut essayé à 130 000 volts alternatifs à la même fréquence 60 pendant 5 minutes. Les joints établis comme ci-dessus furent essayés à 150 000 volts sans rupture. Après élongation, tout le câble fut soumis à une tension de 20 000 volts alternatifs pendant 35 minutes. Une machine spéciale fut construite pour essayer les câbles avec du courant continu à 150 000 volts. M. Highfield, après avoir parlé brièvement de ces essais, déclare qu'ils sont, avec ceux de Moutier-Lyon, complètement suffisants pour prouver que le réseau peut parfaitement fonctionner à 100 000 volts. Chaque extrémité de chaque câble est reliée à son panneau comportant deux commutateurs : l'un pour relier le câble au circuit de la station génératrice ou de la sous-station, et l'autre pour relier le circuit de la station à la terre. Ces deux commutateurs sont solidaires l'un de l'autre, de telle sorte qu'il est impossible d'ouvrir l'un sans fermer l'autre. Il y a un ampèremètre sur la ligne et un sur le circuit de terre, ainsi qu'un voltmètre pour indiquer la tension entre la ligne et la terre. Les différents instruments et commutateurs sont soigneusement isolés des panneaux au moyen de gros isolateurs en porcelaine. Les châssis supportant les panneaux sont également isolés de la terre.

Les premières machines furent actionnées au moyen de moteurs synchrones alimentés par l'énergie produite au moyen de génératrices à courant alternatif, mais plus tard, quand on installa les groupes à courant continu avec moteurs à vapeur, ces premières machines constituèrent un enchaînement approprié entre les réseaux à courant continu et ceux à courant alternatif. Les moteurs synchrones étaient déjà en possession de la compagnie et il n'y a rien de spécial à noter à leur sujet; c'est pourquoi on choisit la vitesse de 200 tours pour les génératrices à courant continu. Ces génératrices sont à 6 pôles. Les commutateurs ont 1,52 m de diamètre, 16 cm de large et comportent 1439 segments. Comme l'intensité maximum à recueillir est de 120 ampères, deux groupes de balais seulement sont nécessaires. En conséquence, non seulement le commutateur fonctionne presque sans bruit, mais l'usure est inappréciable. Ces machines sont construites de manière à fonctionner sans étincelles à toute charge et l'intensité peut varier de 70 à 120 ampères. La tension normale est de 5000 volts. C'est pourquoi la puissance de la machine, au débit 100 ampères, est de 500 kw et pour 120 ampères de 600 kw.

L'intensité est maintenue constante au moyen d'un régulateur qui règle le fonctionnement de l'inducteur en déplaçant les balais de la position de la pleine charge à la position à vide et en même temps en mettant en dérivation une partie du courant de l'inducteur. Ce régulateur est actionné au moyen d'une courroie passée sur l'extré-

mité de l'arbre de la génératrice. Il consiste en une petite turbine entièrement immergée dans l'huile qui maintient une pression d'environ 1, 8 kg par $cm^2$. Dans la boîte contenant la turbine est un cylindre vertical dans lequel se meut un tiroir monté sur un arbre vertical; ce tiroir est immergé dans l'huile et l'alimentation sous pression peut être dirigée sur chaque face de ce tiroir de manière à faire tourner l'arbre qui y est fixé. Cet arbre engrène par cône avec un arbre horizontal qui agit directement sur la bascule des balais. La position de la soupape principale qui sert à la distribution de l'huile est commandée par un solénoïde excité par le courant de la génératrice. Toute variation dans l'intensité modifie la direction du flux d'huile et agit sur le régulateur. Les génératrices sont actionnées par l'intermédiaire d'un accouplement élastique à glissement du type Zœdel qui provoque le débrayage quand la charge sur la génératrice dépasse 25 0/0 de surcharge. Si l'action du régulateur pouvait être instantanée, cet accouplement serait inutile, mais au contraire il donne le temps au régulateur d'agir et d'amener les balais dans leur position voulue et prévient toutes conditions brusques et anormales de charge. Cependant, étant donné les progrès déjà accomplis dans ces régulateurs, il y a lieu d'espérer qu'à l'aide de nouveaux perfectionnements, il sera possible dans les prochains groupes électrogènes de supprimer l'accouplement élastique et de s'en tenir à l'action du régulateur seulement.

En plus de ce régulateur, chaque génératrice est munie d'un commutateur de mise en court-circuit qui met la machine en court-circuit en cas de changement de direction. Cela peut arriver dans certaines conditions; par exemple, si la courroie de l'accouplement vient à se rompre sur une génératrice en série avec plusieurs autres, cette machine prend une direction inverse; aussitôt que cela arrive, le commutateur la met en court-circuit et hors du circuit. Un autre commutateur de mise en marche est monté sur un pilier qui porte également un interrupteur à charbon qui fonctionne en parallèle avec le premier de manière à prévenir toute détérioration par formation d'arc quand le circuit inductif de la génératrice est ouvert. Ce petit pilier-support, qui comporte en outre un ampèremètre et un voltmètre, est fixé sur le bâti de la machine, ce qui est plus commode, plus sûr et plus économique que de le monter à part et dans un endroit éloigné. Trois moteurs générateurs sont maintenant installés à la station d'énergie, deux sont alimentés par courant alternatif et le troisième est toujours mis en marche par une génératrice à courant continu. Le matériel de Southall consiste en trois moteurs à courant continu actionnant trois alternateurs de 250 kw fournissant des courants triphasés sous 3000 volts et 50 périodes; leur vitesse angulaire est de 500 tours par minute. Par suite de leur vitesse, les machines sont plus petites pour leur production que les génératrices de la station centrale. Les moteurs entraînent les génératrtces par l'intermédiaire d'un accouplement du même type Zœdel que celui des groupes de la station centrale; il y a également des régulateurs semblables à ceux mentionnés plus haut, sauf que la soupape du piston, au lieu d'être commandée par un solénoïde, est actionnée par la pression fournie par la turbine à huile; cette pression est équilibrée au moyen d'un ressort et, comme la pression donnée par la turbine varie comme le carré de la vitesse, on a un régulateur de vitesse très sensible. Tout accroissement dans la vitesse de la turbine provoque un accroissement de pression qui agit sur la soupape du piston et communique cette action sur une face ou sur l'autre du piston et en fin de compte agit sur la position des balais. Le reste du matériel, commutateurs, etc., est semblable à celui de la station centrale. M. Highfield donne ensuite des détails sur les considérations qui ont conduit à l'adoption du retour par la terre. Il fallait être sûr que ce procédé ne puisse causer aucune interférence sur les autres réseaux électriques, ni de dommages à la propriété. Les travaux de M. Thury et ceux des commissions françaises et suisses sont rappelés brièvement par le conférencier qui rend compte également des expériences réalisées à Londres dans le but de déterminer les meilleures méthodes pour se servir de la terre comme conducteur pour les courants industriels en évitant toute interférence avec les lignes télégraphiques, téléphoniques ou autres. M. Highfield traite ensuite de la question de rendement et donne des courbes indiquant la perte en ligne à différents facteurs de charge. Le rendement de fonctionnement du réseau décrit est ici de faible valeur, car la charge actuelle est petite (à peu près 300 kw). Pendant les six derniers mois, le rapport de l'énergie triphasée produite à Southal au courant continu provenant de Willesden est de 77 0/0 et, pendant ce temps, le maximum de la charge en courant alternatif n'a pas dépassé 275 kw. La manœuvre actuelle du moteur est excessivement simple.

Le premier générateur atteint sa vitesse au moyen de son moteur de démarrage, soit en

court-circuit, soit sur les circuits principaux ouverts, le régulateur donne alors l'intensité convenable de la ligne. Les moteurs de la sous-station sont mis en marche en ouvrant le commutateur et en manœuvrant les balais jusqu'à ce que la pleine vitesse soit atteinte, alors le régulateur est mis en circuit. La vitesse peut être réglée d'une manière très exacte de telle sorte que la mise en parallèle des génératrices de la sous-station est une opération particulièrement facile, un seul homme surveille le matériel de cette sous-station. Avec plusieurs génératrices en série et toutes à pleine charge, tout accident à l'une d'elles provoque sa mise hors circuit et il en résulte seulement une diminution de la production. Quand on emploie deux câbles isolés, une terre en un point quelconque n'interrompt pas la distribution; les voltmètres montrent sur le champ quel est le câble qui est endommagé et il peut être mis hors circuit après que l'ensemble du réseau a été mis à la terre de chaque côté du défaut. Quand on fonctionne avec un câble et un retour par la terre, une terre dans le câble interrompra toutes les sous-stations au delà du point où se trouve le défaut.

M. Highfield déclare que la limite actuelle de sécurité de tension sur un seul commutateur semble être environ de 5000 volts. En conséquence, pour une tension maximum de ligne de 50 000 volts, dix machines sont nécessaires et si elles sont par paires il faut cinq unités. La production de chaque unité dépend de l'intensité adoptée sur la ligne; une ligne de 300 ampères exige cinq unités chacune de 3000 kw. M. Highfield n'envisage pas comme probable que des génératrices à courant continu puissent être construites pour fonctionner à des vitesses de turbines à vapeur, mais une commande par turbine est actuellement possible depuis l'application par engrenage inaugurée par M. Charles Parsons pour la propulsion des navires. Un très bon matériel pourrait consister en turbines distinctes à haute et à faible pression, chacune actionnant par engrenage deux génératrices à faible vitesse. Il faudrait apporter tous ses soins à l'accouplement, mais il ne semble pas qu'il y ait de sérieuses difficultés à construire des unités de très grandes puissances. M. Highfield pense que, dans un avenir prochain, des moteurs à explosion de grande puissance pourront être employés en supplément des turbines à vapeur dans les stations génératrices et pour ce fonctionnement, le système-série offre des avantages spéciaux à cause du fait qu'il est indépendant de toutes variations de vitesses et exempt de toute difficulté inhérente au fonctionnement en parallèle.

Parlant ensuite de la question du prix, M. Highfield dit que le coût d'une station d'énergie à courant continu en série, que l'on emploie des turbines hydrauliques, des moteurs à gaz Diesel ou à piston, n'est pas plus élevé que celui d'une station semblable à courants alternatifs. Si l'on emploie de puissantes turbines à vapeur, la machine à courant continu est plus onéreuse. Le prix d'une sous-station est à peu près le même que celui d'une station à courant alternatif avec moteurs générateurs fonctionnant à une tension appropriée pour l'emploi direct sur les moteurs. S'il est nécessaire d'adopter des transformateurs réducteurs, l'avantage est généralement du côté de la station à courant continu. La ligne de transmission est beaucoup moins onéreuse qu'une ligne triphasée de même capacité. Le coût actuel d'une ligne ayant une capacité de 10 000 kw ressort à 1600 livres par mille (40 000 fr par 1609 m); ce chiffre comprend les deux câbles élongés dans des tubes de fonte et un câble téléphonique, ainsi que les connexions de terre à chaque extrémité. Le prix d'un seul câble armé pour courants triphasés d'une capacité de 5000 kw à 20 000 volts, y compris le prix de la force, est de 3000 livres par mille (75 000 fr par 1609 m), c'est-à-dire à peu près le double sans aucun recours en cas de rupture.

Dans de nombreux cas, M. Higfield trouve que le prix d'un réseau souterrain Thury ne dépasse pas le prix d'un réseau aérien triphasé de même capacité.

Dans ses conclusions, le conférencier déclare que chaque système, d'ailleurs, a son application. Pour certains services, le système série et les machines à intensité constante enroulées en série possèdent de grands avantages comme prix et comme commodité sur tout autre système. Pour de très longues distances de transmission, spécialement s'il est nécessaire d'employer des canalisations souterraines, ce système est possible là où le courant alternatif n'est pas admissible. Si l'énergie est amenée à une grande ville d'une grande distance, soit d'une station hydraulique ou d'une station à vapeur située sur le lieu de la mine, le réseau souterrain offre de grands avantages sur le réseau aérien, au point de vue de la sécurité de distribution et coût de surveillance. Dans plusieurs exemples, le réseau souterrain à courant continu peut être élongé à des prix moindres ou égaux à ceux d'un réseau aérien triphasé. Ce réseau peut être avantageusement adopté pour l'alimentation d'un chemin de fer, spécialement si une puissance hydraulique est disponible, puisqu'elle permet d'alimenter une très longue

ligne de transmission au moyen d'une seule station génératrice, Il est presque aussi facile et pas plus onéreux d'isoler ce matériel pour 100 000 volts que pour 20 000 volts; tout ce qui est nécessaire est de disposer d'accouplements isolants pour une plus haute tension. Avec cette haute tension, toute distance pratique est franchissable.

La machine série est très bien adoptée pour tout travail spécial où une vitesse variable est requise comme pour la commande des treuils, des machines d'extraction et des laminoirs. Le grand avantage dans ces applications est, en résumé, la combinaison d'une effort constant avec tout degré de variation de vitesse et l'absence de perte absorbée dans une forme quelconque de commande par rhéostat.

BRIDGE.

# Des Conditions d'emploi des Compteurs électriques

## DANS UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE

# et des essais à leur faire subir

Par M. L. BARBILLION

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES ET DIRECTEUR DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE GRENOBLE (1).

La question de l'emploi des compteurs dans les distributions d'énergie est une des plus délicates, pour ne pas dire la plus difficile et la plus grave qui puisse se présenter à l'exploitant. Le problème de la mensuration de l'énergie a donné naissance à un très grand nombre de communications, rapports, documents techniques, etc. qui ont fini par triompher d'une certaine indifférence manifestée au début, tant par les abonnés que par les fournisseurs d'énergie eux-mêmes, enclins les uns et les autres à considérer comme parfait, par définition, tout appareil destiné par essence à mesurer l'énergie fournie. Comme tout instrument de mesure, le compteur électrique apporte avec lui ses tares, ses défauts de principe et l'effort du constructeur comme celui de l'exploitant doit tendre à restreindre, entre des limites connues et faire correspondre à des conditions d'emploi déterminées, cette zone d'inexactitude relative, pour le plus grand profit des rapports entre fournisseurs et consommateurs d'énergie électrique.

Le bon entretien des compteurs constitue la pierre de touche d'une bonne exploitation. La substitution, sur un grand nombre de réseaux, de la tarification au compteur à la tarification au forfait supposait essentiellement l'excellence relative des appareils employés.

Or, phénomène assez fréquent dans l'histoire industrielle et en tout cas très remarquable, les divers éléments constitutifs d'un réseau : machines, appareillage, lignes, etc., éléments concourant tous également à la bonne marche de l'exploitation, ont fait l'objet d'une attention très inégale de la part des intéressés. Alors que les machines génératrices, voire les moteurs mécaniques atteignirent très rapidement un très haut degré de perfection et des rendements remarquables, on peut dire que la technique des lignes de transport d'énergie est l'œuvre d'hier et que la mise en service d'un appareillage réellement rationnel est également de date toute récente. De même pour l'utilisation des compteurs électriques que nous avons plus particulièrement en vue dans cette étude.

Une vérification périodique et un entretien plus ou moins parfait des compteurs sont souvent considérés par certains exploitants comme une obligation professionnelle beaucoup plus que comme la condition *sine qua non* de succès ou d'insuccès financier de leurs entreprises. Par là, ils sont amenés à chercher à diminuer le plus possible les charges correspondant à cette partie de l'exploitation, en y affectant un personnel médiocre, un matériel douteux et des crédits insuffisants. Nous avons eu l'exemple fréquent de puissantes sociétés de transmission d'énergie, louant leur puissance à des sous-traitants, qui réalisèrent rapidement des bénéfices considérables dans de petites installations d'éclairage ou de force motrice exploitées avec des compteurs.

(1) Communication technique de la Chambre syndicale des forces hydrauliques de l'électrométallurgie, de l'électrochimie et des industries qui s'y rattachent.

Bénéfices tellement sensibles que les sociétés productrices ont dû souvent, semble-t-il, regretter de n'avoir pas elles-mêmes cherché, dans ce fractionnement de leur puissance, des rémunérations intéressantes de leurs capitaux.

Nous avons eu la bonne fortune de pouvoir, depuis huit à neuf ans, organiser et assurer à Grenoble le contrôle, la vérification et le réglage, voire même le petit entretien périodique des 12 à 15 000 compteurs d'abonnés que compte le réseau électrique urbain. Ce service, et nous ne le rappelons ici qu'à titre de justification pour ce qui va suivre, a fonctionné dans des conditions tellement satisfaisantes que, depuis sa fondation, nous en sommes encore à avoir vu naître une critique ou une réclamation de la part d'un abonné du réseau. D'autre part, le très grand nombre d'essais que nous avons eu l'occasion d'effectuer pour l'admission sur les réseaux français des compteurs de types neufs, essais visés par les cahiers des charges-types des 17 mai et 20 août 1908, nous ont permis de conclure, avec quelque expérience, on nous l'accordera, sur les meilleures méthodes d'épreuves à imposer aux compteurs des distributions d'énergie.

Il nous sera aussi pardonné, en raison de nos bonnes intentions, d'affirmer que toute économie faite par l'achat de compteurs trop légers ou insuffisamment étudiés peut se traduire, à très brève échéance, pour l'exploitant, par un véritable désastre financier. Qu'on veuille bien songer à la situation d'une société, dont le matériel compteur, tout juste étudié pour satisfaire aux conditions d'admission ministérielle, viendrait au bout de deux à trois ans à être mis hors service! Puissions-nous ne pas être trop bons prophètes, mais nous sommes assurés que, pour certains, cette éventualité ne saurait manquer de se produire.

Ainsi, les municipalités ou sociétés de distribution d'énergie ne sauraient apporter un trop grand soin et une attention trop scrupuleuse au choix du type de compteur installé sur leurs branchements. La question d'économie d'achat est évidemment importante, mais, eu égard à ce fait que la grande majorité des polices prévoit le paiement, par l'abonné, d'une taxe locative de son compteur, taxe généralement assez élevée pour amortir rapidement les frais d'acquisition de ces appareils, l'exploitant doit s'attacher à ne se servir que des appareils les plus exacts et les mieux construits possible, susceptibles de donner confiance aux abonnés chez certains desquels le doute sur l'exactitude de leurs compteurs prend la forme d'une hantise. Il convient donc que l'exploitant, avant d'introduire (s'il est fournisseur des compteurs) ou de laisser introduire (si les abonnés se procurent eux-mêmes des appareils) un type nouveau, sur son réseau, ait fait faire des essais très sérieux sur le modèle proposé par le constructeur.

On nous dira que ce programme d'essais existe, qu'il est spécifié, sans aucune ambiguïté, par des documents administratifs, qui sont les suivants : Arrêté ministériel du 2 juin 1909, bientôt annulé par celui du 13 août 1910, dont, pour plus de facilité, nous donnons ci-après un extrait limité aux seules parties qui nous intéressent (*pièce annexe n° 1*). Il ne semble pas, nous le disons en toute sincérité, que les essais spécifiés dans ces arrêtés constituent une garantie tout à fait suffisante pour l'exploitant comme pour l'abonné. Il est extrêmement facile de satisfaire aux conditions susdites et nous ne faisons aucune difficulté pour déclarer que bien des compteurs médiocres, incapables de fournir le service industriel qu'on est en droit d'exiger d'eux, pourraient passer à travers les mailles trop larges de ces arrêtés et obtenir leur admission sur les réseaux français.

Le programme ministériel semble pécher surtout par insuffisance des marges prévues dans les conditions de fonctionnement des réseaux, qui, dans l'état actuel de la technique, sont le siège de variations beaucoup plus considérables qu'on ne le croit généralement. En attendant que soient trouvés des procédés ultra-rapides et ultra-effectifs pour corriger des variations de tension et de fréquence des distributions d'énergie, force est donc de calquer les appareils mesureurs d'énergie sur ces distributions mêmes et de prévoir les limites de fonctionnement industriel, indiquées par la seule expérience. On nous objectera que des essais, basés sur ces limites, seraient trop durs; qu'on nous accorde au moins que notre remarque ne procède point d'un vain désir de renchérissement sur les prescriptions établies par des personnalités compétentes, devant lesquelles nous nous inclinons très volontiers. Il n'en est pas moins vrai, nous le répétons (et c'est là que gît la nécessité d'une réforme, dans le sens d'une aggravation, des essais ministériels), que les conditions de fonctionnement des réseaux, prévues dans maints accords ou cahier des charges, avec des variations de tension et de fréquence de plus ou moins 5 0/0, etc., sont encore à peu près inexistantes en réalité. S'il est juste, théoriquement parlant, d'assigner aux compteurs une exactitude relative entre de tels écarts, l'expérience démontre qu'il en est tout autrement en pratique, puisque le compteur doit avoir pour rôle de me-

surer une énergie fournie dans des conditions industriellement quelconques, et non sur une distribution d'énergie de type laboratoire.

L'arrêté ministériel du 13 août 1910, qui fait en somme foi en la matière, pourrait être modifié très simplement sur les bases suivantes, déduites — nous nous permettons de l'indiquer encore — des enseignements de l'expérience.

ART. 3, § 1°-2°. — *Alinéa.* — La condition de mise sous tension préalable pendant *une heure au moins* est excessive et revient à nier la possibilité d'emploi des compteurs pour services intermittents; cette condition est, du reste, contradictoire avec celle imposée par l'article 2 paragraphe 2, qui impose au constructeur d'indiquer les moyens employés pour éviter les erreurs provenant de la variation de température due au fonctionnement.

ART 3, § 1°. — (*a*). — Les limites de température ambiante imposées de + 10 à + 25° C. sont insuffisantes, car, dans la pratique, elles sont très souvent dépassées.

ART. 3, § 1°. — (*b*). — Il en est de même des limites de variation de tension.

ART. 3, § 1°. — (*c*). — De même pour les essais sur circuits inductifs à pleine charge et à demi-charge, il y aurait intérêt à ce que les valeurs de cos φ soient portées jusqu'à 0,1 environ (moteurs ou transformateurs à vide).

ART. 3, § 1°-4°. — *Alinéa.* — L'emploi des lampes à filament métallique de faible intensité lumineuse réfute la condition de l'essai au régime de *20 watts* pour les compteurs de *5 hectowatts et au-dessous* substitué à l'essai au vingtième de charge.

ART. 3, § 2. — Les limites de variation de fréquence de ± 5 0/0 sont pratiquement insuffisantes et l'essai fait seulement à demi-charge est illusoire, car même sur des compteurs médiocres, une telle variation de fréquence a généralement peu d'influence alors qu'elle pourrait en avoir beaucoup aux faibles charges.

ART. 3, § 4°-2°. — *Alinéa.* — L'essai d'influence des rouleaux nous semblerait devoir être effectué de préférence au vingtième de charge.

ART. 3, § 8. — L'essai d'influence de l'inclinaison nous semble intéressant à effectuer sur tous les compteurs et surtout aux faibles charges.

ART. 4, § 5. *Serait à supprimer.* — Pourquoi tolérer une erreur de 10 0/0 au régime de 20 watts pour les compteurs 500 watts? Rien ne justifie, à notre avis, une pareille tolérance. Les compteurs 500 watts pouvant très bien fonctionner avec une précision plus grande à ce régime.

ART. 4, § 6. — Remplacer les limites de variation de fréquence de 0,95 et 1,05 fois la normale par 0 90 et 1,10 fois la normale.

L'arrêté ministériel précité ne prévoit pas non plus (et c'est un très grand dommage, source d'innombrables difficultés), d'essais spéciaux pour les compteurs triphasés, tels que, par exemple, des essais sur circuits non équilibrés, sur un circuit mixte (par exemple inductif sur un pont et non inductif sur les deux autres), essais de l'influence de l'ordre des phases, etc.

Nous nous permettrons donc, et très modestement, de signaler la nécessité de modifications dans le sens qui précède et comme il est toujours bon, en technique comme en politique, d'avoir en poche un projet prêt à faire le bonheur des hommes... et des abonnés (voire un plan de Cité Nouvelle..), nous croyons devoir terminer notre étude par des projets d'essais à faire subir à des compteurs appartenant aux classes principales qu'on utilise dans l'industrie. Ce sont, du reste, plus que des projets, mais bien les programmes officiels d'essais que nous effectuons à titre d'étude complète sur les compteurs de type nouveau que les constructeurs veulent bien adresser pour examen à notre laboratoire.

## ANNEXE N° 1

### ARRÊTÉ MINISTÉRIEL DU 13 AOUT 1910

*(Extrait)*

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

### Détail des essais.

ART. 3.

Les essais portent au moins sur les points suivants :

1° Essais aux trois régimes : de pleine charge nominale; de demi-charge; du vingtième de charge.

Ces essais sont faits sur l'appareil fermé et mis sous tension depuis une heure au moins, et, dans tous les cas, jusqu'à ce que le régime de température dû au fil de dérivation soit atteint.

Les autres conditions sont les suivantes :

*a*) Température arbitraire entre les limites 10 degrés et 25 degrés C.

*b*) Tension arbitraire entre 0,9 et 1,10 fois la tension nominale;

*c*) Facteurs de puissance arbitraires entre 1,0 et 0,5 pour l'essai à plein débit; et à demi-charge, un essai pour chacune des valeurs, 1,0 et 0,5 approximativement.

Sur les compteurs de 5 hectowatts et au-dessous, un essai au régime de 20 watts est substitué à l'essai au vingtième de charge;

L'essai au vingtième de charge ou à 20 watts est répété, sur les compteurs wattheuremètres à courant continu, en plaçant l'instrument dans deux orientations opposées à 180 degrés et telles que l'axe du champ dû

au fil principal soit dans le plan du méridien magnétique ;

2° Essais au régime de demi-charge avec des écarts en plus et en moins d'un vingtième sur la valeur nominale de la fréquence;

3° Essais en surchage d'un cinquième de la puissance maximum normale;

4° Epreuve de marche à vide;

Sur les compteurs pourvus d'un mécanisme à rouleaux, épreuve portant sur le fonctionnement simultané de tous ces rouleaux, au régime du dixième de charge;

5° Essai donnant le régime minimum qui assure un démarrage certain;

6° Valeur des consommations internes dans chaque circuit;

7° Essai de court-circuit d'une intensité égale à dix fois le courant maximum normal, limité dans sa durée d'application par le jeu d'un fusible fondant sous un courant double du maximum normal; essai répété cinq fois;

8° Les compteurs moteurs à collecteur qui ne sont pas munis d'un fil à plomb ou d'un organe de nivellement équivalent sont essayés à demi-charge, en donnant à l'appareil une inclinaison de 5 degrés par rapport à la verticale. Le résultat de l'essai est consigné au certificat comparativement à celui de l'essai correspondant à la verticalité de l'axe.

### Résultats à obtenir.

Art. 4.

Les résultats à obtenir et les tolérances sont fixés comme il suit :

1° Essai à pleine charge nominale; erreur relative ± 3 0/0.

2° Essai à demi-charge : erreur relative : ± 3 0/0.

3° Essai au vingtième de charge : erreur relative : ± 5 0/0.

4° Dans le cas où le compteur comporte un appareil accessoire, cette dernière limite seule est portée à : ± 7 0/0.

5° Essai au régime de 20 watts : erreur absolue : ± 2 watts.

6° Compteurs à courants alternatifs essayés en demi-charge aux fréquences de 0,95 et 1,05 de la normale : l'erreur relative ne doit pas différer d'une unité en plus ou en moins de celle obtenue à la fréquence normale;

7° Essai en surcharge d'un cinquième : le compteur ne doit subir aucune détérioration par l'application de cette surcharge pendant une demi-heure;

8° Essai de démarrage; les limites supérieures de démarrage franc sont :

*a*) Pour compteur de 5 hectowatts et au-dessous : 2 0/0 de pleine charge;

*b*) Pour compteurs supérieurs à 5 hectowatts : 1 0/0 de pleine charge;

9° Consommations internes : les limites supérieures sont :

*a*) Dans le fil de dérivation : sur un courant alternatif : 1,5 watt par 100 volts;

Et sur courant continu :

4,0 watts pour 100 volts de tension nominale :

*b*) Dans les fils principaux;

Pour les compteurs ampèreheuremètres de tous calibres et pour les compteurs wattheuremètres de 5 hectowatts et au-dessous : 1,5 volt à pleine charge;

Pour compteurs wattheuremètres supérieurs à 5 hectowatts : 1 volt à pleine charge;

10° Essais de courts-circuits. — Après l'application des courts-circuits, la valeur de l'erreur relative à demi-charge ne doit pas avoir varié de plus d'une unité.

*NOTA IMPORTANT. — L'inobservation de l'une quelconque des conditions ci-dessus indiquée entraîne le rejet de la demande d'approbation sans autre examen.*

(*A suivre*).

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### L'électricité et les municipalités en Angleterre.

Plusieurs questions intéressantes, concernant le côté technique et commercial des distributions d'électricité, ont été traitées au congrès de cette année de l'Association municipale électrique qui s'est ouvert à Harrogate le 18 juin dernier. Les questions techniques sont relatives à l'entretien et à la surveillance d'une distribution correcte et continue, aux régulateurs automatiques et aux appareils de chauffage et de cuisine, tandis que les sujets commerciaux comprennent les projets et bénéfices qui peuvent résulter d'une réduction des tarifs locaux et les prix de distribution pour le chauffage. Ce congrès se compose des ingénieurs en chef des stations municipales d'électricité et de leurs adjoints ainsi que des présidents des commissions municipales. M. George Wilkinson, l'ingénieur-électricien d'Harrogate, prononce un discours présidentiel sur l'ensemble des questions techniques et commerciales. Il mentionne d'abord brièvement le sujet de l'éclairage public et constate que l'arc flamme peut être comparé favorablement avec l'éclairage au gaz à haute pression, autant comme capital dépensé que comme entretien et qu'en outre, l'éclairage lui-même est meilleur avec l'électricité.

Là où les autorités locales possèdent des usines

d'électricité et où une compagnie de gaz est établie, il existe très peu de cas où la substitution de l'électricité au gaz ne donnerait pas d'économies et de supériorité d'éclairage. Ceci s'applique aux rues où les câbles sont déjà élongés pour une distribution générale. Les dépenses complémentaires se bornent alors à l'établissement de câbles de service et de lampes. A Harrogate, dit M. Wilkinson, il existe de nombreux exemples de ces substitutions. En dehors des 2300 réverbères existant déjà, 650 nouveaux ont été installés par le service électrique avec une dépense moyenne de 32 shillings (40,20 fr) par réverbère tout compris. Les lampes métalliques étant entretenues par les constructeurs à un prix fixe par réverbère et par an et le coût des lampes par an, y compris les renouvellements, est le même que celui des lampes à gaz. Le président rappelle les règlements du Board of Trade pour assurer la sécurité publique avec le minimum de diamètre des conducteurs.

Le diamètre minimum du câble, à raison de 1000 ampères par pouce carré, a une capacité de 7 ampères. Avec une tension de 200 volts, un câble de service de ce genre peut supporter 1,4 kw. Ce règlement a, depuis plusieurs années, provoqué une dépense extravagante de cuivre. A une tension de 200 volts, en prenant comme densité 600 ampères par pouce carré, ce câble minimum de service pouvait alimenter 28 lampes de 8 bougies à filament de charbon consommant 3,75 watts par bougie, ce qui était beaucoup trop considérable pour les petites habitations et les magasins. Avec la lampe à filament métallique le cas devient encore plus extraordinaire, puisque ces lampes ne consomment qu'un tiers du courant nécessaire aux lampes à filament de charbon, tandis qu'elles ne sont pas si sensibles aux variations de tension. On se plaignait de ce que des câbles de plus petite section étaient trop faibles mécaniquement et pouvaient facilement se rompre; mais cet inconvénient n'existe pas si les conducteurs sont disposés concentriquement et enfermés dans un tube de plomb. C'est pourquoi la municipalité d'Harrogate a demandé et obtenu du Board of Trade d'employer des câbles concentriques de diamètres beaucoup plus faibles et qui sont très suffisants pour assurer un excellent service. Afin de prévenir toute rupture, ils sont élongés dans des tubes de fer forgé.

Le président se réfère ensuite à l'importance croissante de la publicité et de la réclame relativement aux progrès commerciaux des réseaux de distribution d'électricité. Il préconise une étroite alliance entre toutes les branches des professions électriques, y compris les directeurs des entreprises de distribution, les constructeurs et les adjudicataires. Il désirerait que l'association demande au parlement les pouvoirs nécessaires pour que les entreprises municipales d'électricité puissent établir des magasins pour les ventes et la location des appareils d'électricité et puissent contracter des marchés de canalisation et d'installations complètes. M. Wilkinson pense que les craintes des maisons privées d'entreprises relativement à la concurrence des municipalités, sont injustifiées et qu'au contraire si les autorisations officielles venaient à être garanties aux municipalités, il n'en ressortirait que des avantages pour les constructeurs et les sociétés privées d'installation. Ces dernières, d'après lui, négligent le petit abonné et les petites affaires et ne s'adonnent qu'aux grandes installations qui se font souvent attendre trop longtemps; c'est pourquoi ces petites affaires sont accaparées par les compagnies du gaz et autres. — A .B.

## DYNAMOS

### Procédés modernes de séchage des enroulements au moyen des étuves à air raréfié.

L'importance du séchage des enroulements après vernissage est tel, que, peu à peu, les procédés relativement primitifs de l'étuvage dans les bouilloires ont été remplacés par l'application des étuves à air raréfié, qui donnent d'excellents résultats à tous les points de vue.

Il est, en effet, de toute importance pour assurer une isolation parfaite et une longue durée de celle-ci, de prendre certaines précautions qui sont réalisées avec les dispositifs précités.

Lorsqu'une pièce bobinée (induit, inducteur, etc.), vient d'être terminée, les papiers, cartons, toiles, guipages, coton dont elle est recouverte, toutes substances hygrométriques, doivent être soigneusement étuvés, de façon à en extraire toute l'eau qu'ils contiennent.

Cela fait, il convient, pour empêcher une nouvelle absorption, d'imprégner tout l'ensemble d'un vernis isolant protecteur et de chauffer de façon à chasser toute trace de liquide.

Le séchage et l'imprégnation sont de très grande importance; en effet, lorsque le séchage est opéré normalement, le pouvoir isolant de la matière soumise à cette action augmente très sensiblement. Mais si l'on a soin d'imprégner la matière au moment propice, son pouvoir isolant augmente d'une façon plus sensible encore et, ce qui est plus intéressant, d'une façon beaucoup plus stable; en d'autres termes, sa dépendance de l'état atmosphérique est moindre.

Dans les fours ordinaires, le séchage ne peut naturellement jamais être parfait, ni régulier, car l'air chaud circulant dans l'étuve est presque toujours saturé de vapeur d'eau qui, sous cette forme, pénètre encore plus facilement dans les pores des objets à imprégner.

La maison Jules Pintsch s'est fait une spécialité

de la construction de fours vide-air répondant parfaitement au but sus-indiqué.

La construction de ces appareils est fort ingénieuse.

Une cuve, entièrement dépourvue d'aspérités, est fermée par le haut au moyen d'un couvercle bien rodé, à emboîtement conique et ce couvercle est suspendu à une petite potence pivotante, ce qui facilite beaucoup la manœuvre. Un ajutage, prévu à la partie la plus haute du couvercle, communique avec la pompe à air, ainsi qu'avec un condenseur à surface.

Le fond de la cuve communique, au moyen d'un robinet, avec le réservoir contenant le vernis isolant que l'on introduit au moment propice et automatiquement dans le four.

Après l'opération d'imprégnation, il suffit de laisser pénétrer de l'air sous le couvercle pour que le liquide, sollicité par la gravité, retourne dans le réservoir. On referme alors le robinet de vidange, ainsi que le robinet de prise d'air, et l'on recommence à faire le vide à l'intérieur de l'étuve, en augmentant progressivement la température de l'enceinte.

Des niveaux d'eau permettent de se rendre compte de la quantité de liquide imprégnant qui a pénétré dans l'appareil. Quant à la température, elle peut être vérifiée à chaque instant à l'aide d'un thermomètre *ad hoc*. Il est très intéressant de suivre l'évaporation lente des liquides contenus dans les objets à sécher. On voit le liquide s'écouler, goutte à goutte, dans un niveau fixé au bas du condenseur et, lorsque l'écoulement a complétement cessé, on est certain que le séchage est absolument réalisé.

Dans cet appareil, le chauffage est obtenu par une circulation plus ou moins intense de vapeur dans une chemise faisant corps avec la cuve centrale, ce qui donne à l'ensemble une grande rigidité, en même temps que la légèreté voulue. L'intérieur étant complètement lisse, le nettoyage peut s'effectuer facilement et complétement, ce qui a une grande importance; de plus, il n'y a, pour ainsi dire pas, de déchet de matière isolante Un avantage inhérent à ce modèle de four est que les vapeurs et l'air sont aspirés au sommet de l'appareil, ce qui assure une évacuation très complète des moindres parcelles d'eau et partant un séchage absolu des objets traités par cette méthode.

Ces fours se fabriquent dans toutes les grandeurs, jusqu'à 2 m de diamètre sur 1 m de profondeur utile.

* * *

Un autre système de fours, construits selon un principe différent, qui, entre autres avantages, permet d'en abaisser le prix, consiste en un vaste récipient dont les parois sont garnies de serpentins, dans lesquels on fait circuler de la vapeur. On peut naturellement employer la vapeur de décharge d'une machine, si l'on ne veut pas utiliser de la vapeur vive.

Deux rails, fixés au bas de l'étuve, permettent d'y introduire très facilement, au moyen de wagonnets spéciaux, les objets à sécher et à imprégner.

Dans une étuve vide-air, il est facile d'obtenir le séchage absolu, étant donné que l'eau s'y évapore très énergiquement déjà à une température variant de 35 à 40° C., et, à plus forte raison lorsque l'on applique le chauffage à la vapeur. Au surplus, l'opération au moyen du vide-air permet de sécher, d'imprégner et de sécher de nouveau l'objet à isoler sans jamais le manipuler pendant cette série d'opérations, c'est-à-dire sans qu'il vienne en contact avec l'air pendant ce travail très délicat.

Dans ces appareils, on réalise un vide de 73 à 74 cm de colonne de mercure, de sorte que tous les pores sont débarrassés de l'air qu'ils contenaient; la matière isolante peut y pénétrer en remplissant les moindres interstices ou cavités.

Dans ces derniers temps, on a cherché à augmenter encore l'effet précité en comprimant de l'air au-dessus du liquide dans lequel sont plongés les objets à imprégner; l'on obtient ainsi une pénétration plus accentuée de la masse isolante.

Lorsque le séchage est complet, une certaine dépression règne dans le four. A ce moment, on ouvre un robinet qui met le fond du four en communication avec le liquide servant à l'imprégnation, lequel est chassé dans la cavité de l'étuve, par suite de la différence de pression extérieure et intérieure.

(*Revue Polytechnique.*)

## ÉCLAIRAGE

### L'éclairage électrique de Rome.

On procède actuellement, lisons-nous dans la *Rivista tecnica d'Elettricità*, à l'amélioration générale de l'éclairage public de Rome, en adoptant les systèmes électriques à arc et à incandescence.

Les nouvelles lampes à arc, au nombre de 906, ont été choisies parmi les types les plus perfectionnés: le type à flamme, déjà employé aux abords du Quirinal, et le type à charbons avec sels métalliques, actuellement utilisé déjà place Cavour et place de Venise. Ces deux types donnent un bon fonctionnement et un rendement lumineux fort supérieur à celui des lampes de même espèce que l'on rencontre présentement par la ville. Des candélabres de quatre types divers, en outre d'un système perfectionné de suspension des foyers lumineux à disposer dans l'axe des rues, élèvent les lampes à arc à des hauteurs suffisantes pour assurer une distribution convenable de la lumière.

Quant aux nouvelles lampes à incandescence dont on a décidé l'emploi, elles doivent être toutes à filament métallique et d'une puissance de 100 bougies. Elles éclaireront les voies d'importance secondaire et, en outre, les points de la capitale tels que la place Saint-Pierre, qui, eu égard à leur caractère spécial, ne pourront être utilement éclairés au moyen de lampes à arc.

On va opérer la transformation en supprimant graduellement les lampes à gaz. L'installation à incandescence comprendra 2 936 centres lumineux formés d'une seule lampe à 100 bougies, 1051 composés de deux lampes, 28 de 4 lampes, 30 de 5 lampes et 8 de 10 lampes, soit un total de 5536 lampes à incandescence de plus de 500 000 bougies contre les 110 000 bougies aujourd'hui fournies par les lampes à gaz. De ces 5536 lampes, 1840 doivent brûler jusqu'à minuit et les autres toute la nuit. En tenant compte des additions en lampes à arc, Rome bénéficiera d'une intensité lumineuse de 1 500 000 bougies, contre les 410 000 présentement existantes.

Telle est la réforme que l'on va opérer au début; mais la transformation doit être poursuivie jusqu'à ce que tous les quartiers de la ville bénéficient de l'éclairage électrique. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Les progrès de la Compagnie Marconi.

Le rapport annuel de la Compagnie de télégraphie sans fil Marconi vient d'être publié et était attendu avec un intérêt plus vif que de coutume, par suite des articles que l'on avait pu lire à son sujet pendant l'année qui vient de s'écouler ou des discussions nombreuses qui s'étaient élevées parmi les compagnies étrangères ou les actionnaires de la Société anglaise. Les résultats financiers relativement aux dividendes ont donné 20 0/0 aux actions de préférence pour 1911 et les affaires réalisées ont été beaucoup plus élevées que l'année précédente, 25 millions de francs au lieu de 6 350 000 fr; les directeurs ont également déclaré un dividende provisoire pour 1912 de 10 0/0. Les recettes ont été de 5 360 175 fr, presque le double de l'année dernière et les bénéfices nets ont donné 3 542 925 fr. Un des principaux paragraphes du rapport rappelle l'accord obtenu du Postmaster General relatif au projet officiel de télégraphie sans fil et les futures dispositions qui seront prises au sujet des stations de grande distance. La compagnie pense retirer un revenu considérable pendant plusieurs années de ce nouveau service. Toutes les stations comprises dans cet accord seront montées avec les appareils récents Marconi et aussi avec les nouveaux appareils automatiques de transmission et de réception, au moyen desquels la Compagnie garantit une vitesse de 50 mots à la minute; dans un avenir prochain, elle munira toutes les stations de ces nouveaux appareils. Le rapport parle ensuite des affaires traitées pendant l'année, ce qui démontre les progrès incessants que la Compagnie réalise, à savoir : l'acquisition des brevets Lodge-Muirhead; le contrôle sur la compagnie russe de télégraphie et téléphonie sans fil; l'accord avec la compagnie espagnole; les négociations avec le gouvernement Canadien et l'achèvement prochain de cette entente; les négociations en cours avec la République Argentine et la fin du litige avec les Etats-Unis; l'accord avec la Western Union Telegraph C° et la Great North Western Telegraph C° d'après lequel la Compagnie Marconi a le monopole de l'envoi des marconigrammes, à travers les Etats-Unis et le Canada, de ses 25 000 stations; un contrat passé avec le gouvernement portugais; l'achat des brevets Bellini et Tosi qui ont été perfectionnés par le personnel Marconi et commercialement appliqués. Des dispositions sont prises : pour mettre aussitôt que possible les Iles Britanniques en communication avec New-York au lieu de passer comme à présent, par la station de la compagnie, à Glace-Bay; de même pour la construction de stations à San-Francisco communiquant à travers les îles Hawaï aux Philippines, la Chine et le Japon et du sud de New-York à Cuba, Panama et, par conséquent, avec les états du Sud Amérique. Au sujet du service transatlantique, tous les bureaux télégraphiques du Royaume-Uni peuvent maintenant accepter des messages « viâ Marconi » pour toute partie des Etats-Unis et du Canada. Les messages de presse ou commerciaux envoyés de Londres en Amérique ont augmenté d'une manière considérable et des milliers de mots sont envoyés chaque jour de Londres à la presse de New-York. La Compagnie a un personnel sous les ordres de M. Marconi, chargé d'étudier les nouvelles inventions concernant la télégraphie sans fil, et la compagnie se fait un devoir de soumettre chaque dispositif à un essai pratique, achetant ceux qui sont reconnus ayant quelque valeur. Parmi les autres questions traitées dans ce rapport, mention est faite du désastre du *Titanic* qui a eu pour effet absolument certain de munir, avant longtemps, les navires de toutes les nations, d'un matériel de télégraphie sans fil. — A.-H.-B.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Les moyens de protéger les lignes à haute tension

CONTRE

# les surtensions et les décharges atmosphériques (1)

par G. CAPART

SOUS-DIRECTEUR DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES CONDENSATEURS ÉLECTRIQUES, A FRIBOURG

Ce sujet, tout en présentant un caractère bien nouveau, est cependant très ancien, car la question de la protection des réseaux contre les surtensions remonte en quelque sorte à l'histoire du premier coup de foudre!

Ce sujet a donné lieu depuis longtemps à des polémiques très intéressantes, parfois même très vives, entre les constructeurs et exploitants des différents pays. Toutefois, il convient de remarquer qu'il y a une douzaine d'années, ces polémiques ne donnaient lieu surtout qu'à des recherches d'un intérêt purement mathématique sur la propagation des ondes dans les lignes (2).

Si j'insiste sur les mots « intérêt purement mathématique », c'est qu'il faut bien avouer que les électriciens d'alors s'étaient presque tous donné le mot pour négliger le côté pratique du problème.

S'il n'y avait que cela à leur reprocher, je me serais abstenu de vous parler de leurs travaux, mais ils ont commis, en outre, d'autres errements qu'il convient de rappeler.

Si vous vous reportez aux revues techniques remontant à une douzaine d'années, vous constaterez — avec un certain étonnement sans doute — que les théoriciens d'alors étaient unanimes pour affirmer que ce qui limiterait un jour l'adoption de tensions normales supérieures à 30 000 volts dans les réseaux, ce serait uniquement la question des surtensions! Comme on ne craint pas aujourd'hui d'adopter des tensions d'exploitation de 100 000 volts et plus, vous pouvez voir s'ils ont prédit juste.

Quand on commença à augmenter la tension normale d'exploitation dans les réseaux, on fut certes très étonné de voir que les premières prévisions ne s'étaient pas complètement réalisées. Il y eut alors un revirement presque complet et ceux-là mêmes qui ne voyaient partout que des surtensions auparavant, en arrivaient maintenant à nier — presque totalement — l'existence de ces phénomènes.

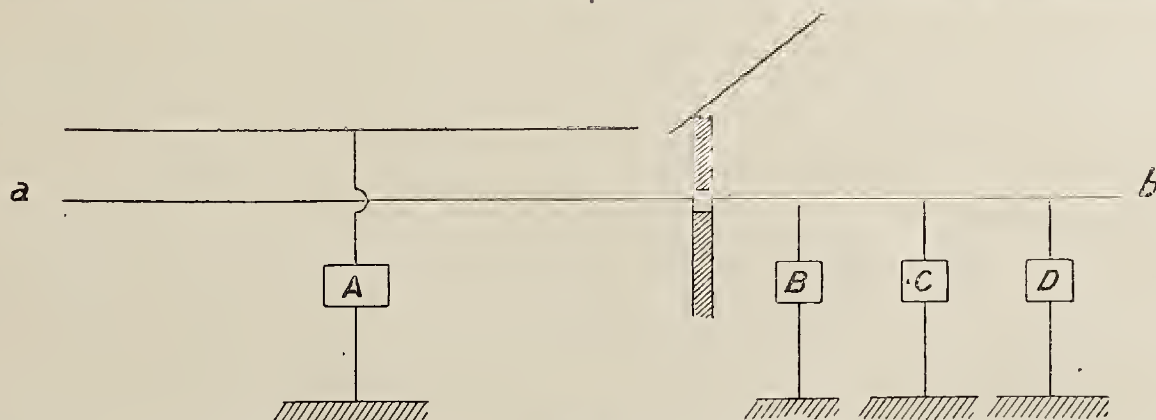



Fig. 14.

Les considérations précédentes peuvent vous faire comprendre aisément les raisons pour lesquelles on commença si tard à rechercher et à lancer dans l'industrie électrique des appareils appropriés pour la protection des réseaux contre les surtensions. Au surplus, la grande concurrence qui existe entre les constructeurs de tout le matériel électrique moderne a toujours forcé les installateurs à remettre à leur clientèle les prix aussi bas que possible pour cette partie des installations. Systématiquement, pourrais-je dire,

(1) Conférence faite à la Société belge d'électriciens.

(2) Voy. notamment les *Bulletins* de l'Association internationale des électriciens, de 1895 à 1905.

la question de la protection des réseaux a toujours été laissée de côté par les constructeurs, bien que la nécessité d'avoir un matériel nouveau et parfait s'imposât de jour en jour davantage.

La protection des installations électriques contre les surtensions repose de nos jours sur des règles bien définies. Nous n'envisagerons toutefois au cours de cette causerie que la question de la protection des lignes aériennes, quitte à revenir ultérieurement sur celle des câbles souterrains, des génératrices et des points les plus exposés des réseaux.

J'ai défini dernièrement dans *la Technique moderne* (1) ce que j'entendais par système complet de protection contre les surtensions dans les lignes aériennes à haute tension.

Si on considère la ligne (*ab*) de la figure 14, on peut dire que la protection sera complète pour autant qu'il sera prévu des dispositions de protection contre l'action des coups de foudre directs [A], de moyenne et de basse fréquence et, par conséquent, celles d'origine interne du réseau.

Nous dirons quelques mots sur chacun de ces appareils, c'est-à-dire que nous en donnerons une courte description et nous expliquerons aussi simplement que possible leur mode de fonctionnement.

A. *Le fil de terre.* — Des études faites sur l'électricité atmosphérique, on a pu établir que, à partir du sol et jusqu'à 6000 mètres d'altitude environ, la répartition des surfaces équipotentielles successives se fait d'une manière assez irrégulière (1).

Alors que par temps serein — et en plaine — elle est d'environ 150 volts par mètre sur les premiers 100 mètres, elle n'est plus que de 40 volts environ vers les 1000 mètres et de 15 volts vers les 4000 mètres. Ces valeurs n'ont rien d'absolu, comme on le sait, et varient même beaucoup au cours de la journée.

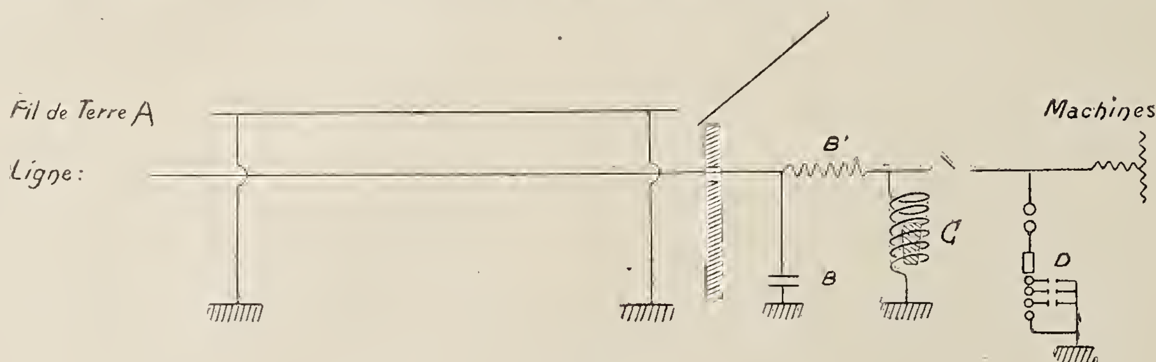



Fig. 15.

des phénomènes atmosphériques à haute, moyenne et basse fréquence ou à fréquence nulle [B-C-D]. Elle sera d'autant plus intéressante qu'on aura atteint ce but avec un nombre minimum d'appareils.

Une installation idéale de ce genre est représentée sur la figure 15. Dans celle-ci, A représente une ligne de terre en acier montée au-dessus de la ligne et destinée principalement à la protéger contre les coups de foudre directs; B, une batterie de condensateurs branchée en deçà d'une self en fil de fer B'; le condensateur combiné à la self ayant pour rôle d'étaler les fronts d'onde trop raides et d'annihiler les effets destructeurs des phénomènes à haute fréquence; C, une bobine d'induction à noyau de fer offrant un passage facile aux charges statiques des lignes pour les écouler à la terre; D, une soupape Giles, appareil à très fort débit, destinée à écouler les surtensions

La formation d'électricité atmosphérique est en effet, un phénomène dû au frottement de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. (Expérience d'Amstrong, 1842 : un jet de vapeur sortant d'une chaudière engendre de l'électricité, la chaudière s'électrisant négativement.) La meilleure preuve en est qu'au voisinage des chutes d'eau, les phénomènes statiques dans les lignes présentent un caractère particulièrement aigu.

Une cause fréquente de troubles dans les lignes trouve son origine dans la variation diurne de l'électricité atmosphérique et dans les mouvements relatifs des surfaces équipotentielles s'observant principalement au moment du lever et du coucher du soleil (Loomis, 1865).

Fait important à noter également, c'est que la répartition des surfaces équipotentielles dans

(1) *La Technique moderne*, 1911, numéros d'octobre, novembre et décembre; 1912, numéros de janvier, février et mars.

(1) Vialay, *Les circulations atmosphériques* (1911); A. Gockel, *Die Luftelektrizitæt* (1908); Mache et von Schweidler (1911).

Voy. aussi les études de Simpson (1909), Le Cadet (1904); Chauveau (1902), celles de Lemström, Beccaria, Schübler, Dellmann, Palmieri, etc.

l'atmosphère s'écarte complètement des valeurs indiquées précédemment au cours d'un orage. Dans ce cas, on a pu mesurer comme différence de potentiel *par mètre* — 6000 à + 6000 volts et même de — 10 000 à + 10 000 volts. (A. Vialay, 1911, *op. cit.*)

On comprendra aisément l'importance que peut prendre le phénomène précédent au point de vue des applications des transports d'énergie par lignes aériennes. Comme on le sait, ces dernières doivent souvent passer à des altitudes considérables pour redescendre ensuite en plaine; elles doivent souvent traverser des contrées très étendues, de telle sorte qu'elles coupent parfois les surfaces équipotentielles en des points à des

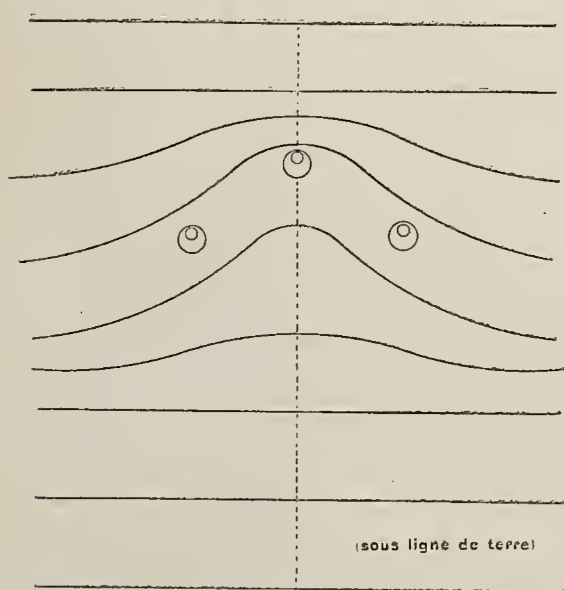



Fig. 16.

potentiels très différents, ce qui peut occasionner des phénomènes statiques dangereux.

Une autre cause de troubles encore dans les lignes, c'est le renversement de potentiel atmosphérique qui se produit généralement à quelques mètres au-dessus du niveau du sol, de 4 à 15 mètres, disent les météorologistes. On voit immédiatement les inconvénients qui peuvent résulter de ce phénomène, si l'on se rappelle que les lignes aériennes sont généralement tendues au-dessus du sol à des hauteurs se trouvant dans ces mêmes limites, de telle sorte qu'elles peuvent traverser alternativement des couches de l'atmosphère à des potentiels et à des signes différents.

Ceci posé, on se rendra très bien compte maintenant du rôle d'un fil de terre courant au-dessus d'une ligne aérienne. Si on se reporte successivement aux figures 16 et 17, sur lesquelles nous avons représenté comment se répartissent les surfaces équipotentielles au-dessus et au-dessous d'une ligne aérienne, on voit que l'application d'un fil de terre a pour effet de créer autour des conducteurs sous courant une zone à potentiel O. De cette façon, les décharges de la foudre sont

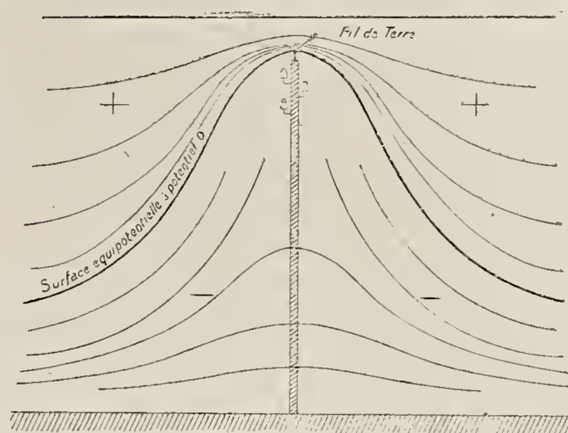



Fig. 17.

détournées naturellement à la terre sans emprunter le chemin de la ligne active.

La ligne de terre présente également un sérieux avantage du fait qu'elle diminue l'importance des charges statiques des lignes, dans les parcours très accidentés.

En effet, comme nous l'avons dit, tout en prévoyant des appareils pour l'écoulement des charges statiques aux extrémités des lignes, qui sont là surtout pour la protection efficace des enroulements des machines, il ne faut pas oublier qu'ils seront souvent sans effet pour la protection de la ligne elle-même. Il suffit simplement pour cela que la charge électrique, induite par un nuage électrisé par exemple, se trouve au milieu de la ligne, c'est-à-dire à une certaine distance des extrémités de la ligne et y reste en suspens (fig. 18).

Ceci montre également l'intérêt qu'il y a dans les transports d'énergie de grande longueur, non protégés par une ligne de terre, à prévoir des coefficients de sécurité élevés pour les isolateurs.

Comme je l'ai déjà dit par ailleurs (1), les conditions d'établissement d'une ligne de terre devront être les suivantes :

1° Elle devra avoir une résistance élevée au point de vue mécanique, car sa rupture provo-

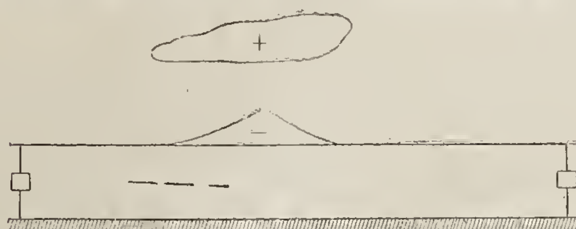



Fig. 18.

querait un court-circuit direct au moment où elle entrerait en contact avec la ligne active : c'est

(1) *La Technique moderne*, 1912, t. IV, n° 6, p. 213.

pourquoi on adopte généralement un câble tressé avec âme en chanvre plutôt qu'en simple fil;

2° Le métal employé sera de l'acier doux galvanisé : on obtient de la sorte un meilleur amortissement des phénomènes inductifs à haute fréquence, dont nous parlerons plus loin, et il résiste mieux également aux effets de l'oxydation;

3° Il conviendra, enfin, de la relier en différents points du sol constituant de bonnes terres.

En fait, si l'application d'un fil de terre, audessus de la ligne, augmente les frais d'établissement dans une certaine proportion, il ne faut pas oublier que, dans les réseaux de très grande importance, il y a un intérêt évident à augmenter, de toutes les manières possibles, la sécurité de l'installation et à diminuer ainsi ses chances d'arrêt. Ce système permet en résumé : d'éviter les coups de foudre directs, de diminuer l'amplitude des phénomènes inductifs dans les conducteurs sous courant et d'améliorer les communications téléphoniques lorsque les lignes téléphoniques sont montées sur les mêmes poteaux que ceux du transport d'énergie.

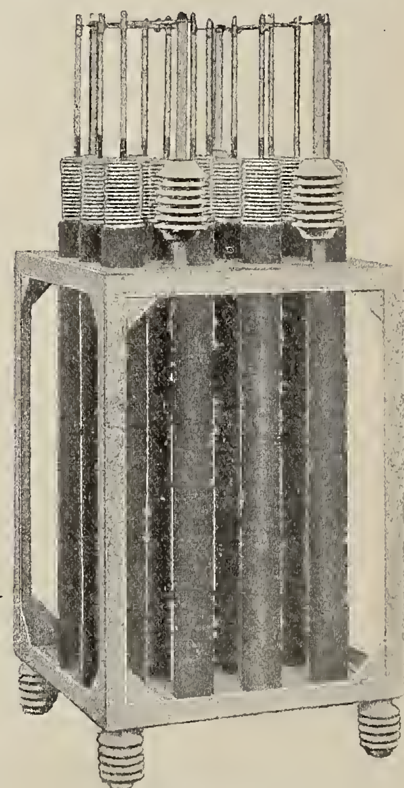
B. *Le condensateur* (fig. 19). — J'ai dit tout à l'heure que le condensateur, branché à l'extrémité d'une ligne aérienne, avait pour but de s'opposer à l'introduction des ondes à front trop raides ou à haute fréquence dans les enroulements.

Les premières proviennent de ce que, le régime du réseau étant brusquement troublé en l'un de ses points, un nouveau régime tend à s'établir dans toute son étendue (Giles, 1912). L'onde, ayant son origine au point de perturbation, se propage de proche en proche dans la ligne.

Il est superflu que je m'étende sur ce genre de phénomène, M. Giles l'ayant développé récemment à l'Association des ingénieurs électriciens sortis de Montefiore (1). Qu'il me suffise de rappeler que ces ondes créent, entre des points de la ligne distants de quelques mètres seulement, des différences de potentiel assez grandes pour arriver à faire claquer les enroulements des transformateurs et des machines, non de spires à masse, mais de spire à spire.

Les ondes à haute fréquence d'origine atmosphérique, engendrées par les décharges inductives, sont à courte période et produisent naturellement un effet identique dans les enroulements à celui qui est provoqué par la propagation des ondes à front raide. Cela s'explique tout naturellement, puisqu'un maximum et un minimum de l'onde à haute fréquence ne peuvent être séparés que par une faible épaisseur de coton de deux spires voisines. On voit, de la sorte, qu'il est possible de faire claquer l'enroulement d'un transformateur avec quelques centaines de volts, alors que l'appareil lui-même est construit parfois pour plusieurs milliers de volts, 30 000 ou 45 000 volts par exemple.

Le condensateur, branché à l'entrée des enroulements, agit de manière à étaler le front d'onde, s'il est trop raide, ou à absorber l'onde et à la renvoyer sur la ligne si le phénomène est à haute fréquence; dans ce dernier cas, son action est d'autant plus énergique et efficace que sa résistance diminue, comme on le sait, d'une manière inversement proportionnelle à la fréquence du phénomène.


Fig. 19.

Les considérations précédentes montrent que le condensateur, branché à l'extrémité d'une ligne aérienne, agit comme une soupape ou une cloche d'air placée à l'extrémité d'une conduite soumise à des coups de bélier ou à des mouvements vibratoires de la colonne liquide. Elles montrent aussi que des appareils à coupures simples ou multiples, ou constitués par de fortes résistances, présenteront de graves inconvénients.

Ils n'entreront en jeu que lorsque le potentiel aura déjà acquis une valeur dangereuse dans la partie de l'installation à protéger. Comme l'a fait remarquer très judicieusement Creighton (1), le *retard* que met le parafoudre à cornes pour s'amorcer est assez considérable pour que l'action de l'appareil de protection ne se fasse sentir efficacement que lorsque presque toute la surtension est passée; de ce fait, si la corne arrive quand même à s'amorcer, elle n'aura pu agir que comme indicateur de surtension et le courant qu'elle écoulera à la terre ne sera pas celui de la sur-

(1) Giles (*Bulletin de l'Association des ingénieurs sortis de Montefiore*, avril 1912).

(1) *Proceedings of the American Institute of Electrical Engineer*, mars 1911, p. 379.

tension, comme on le dit à tort, mais bien celui des machines.

Au surplus, j'insiste sur les mots « si elle arrive quand même à s'amorcer », parce qu'il est évident qu'elle ne pourra s'amorcer par les phénomènes à haute fréquence et à basse tension, dangereux comme nous l'avons dit et source certaine d'un très grand nombre d'accidents dans les postes de transformation.

Enfin, comme la résistance des parafoudres à coupures est généralement très grande, l'efficacité de ces appareils est réduite d'autant. Donc, d'une part, si on la fixe à une valeur trop faible, 300 ohms par exemple, elle donne lieu à des perturbations dangereuses au moment de leur fonctionnement; d'autre part, si elle est trop forte, de 2000 ohms par exemple, la réduction de la valeur absolue de la surtension est insignifiante (10 à 15 0/0), et l'efficacité du parafoudre, comme nous le disions tout à l'heure, devient illusoire.

A la suite d'expériences intéressantes (1), Steinmetz et Creigthon sont arrivés, comme nous, à la conclusion que l'application des parafoudres à cornes dans les installations de transport d'énergie était une source véritable de danger. (Rapport de Creigthon au Congrès de Turin, 1911.)

D'autres encore sont arrivés à faire la même constatation. Nicholson, par exemple, dans les *P. A. I. E. E.* (1910, p. 241) (2), a donné les résultats comparatifs d'une série d'observations faites sur la ligne Niagara-Syracuse, de 314 km, 60 000 volts, 50 périodes, 11 078 isolateurs, pendant trois années successives. Nous les donnons, à notre tour, au bas de la page précédente.

| OBSERVATIONS | 1907 Ligne protégée par 750 cornes | 1908 Ligne protégée par 750 cornes | 1909 Suppression des cornes |
|---|---|---|---|
| Isolateurs claqués. . . | 59 | 139 | 1 |
| Isolateurs endommagés mais ne demandant pas à être remplacés immédiatement . . . . | 16 | 35 | 13 |
| Interruptions de service par claquage d'isolateurs entraînant un arrêt durable dans l'exploitation . . . . . | 12 | 26 | 1 |
| Interruptions assez courtes dans l'exploitation . . . . . . . | 32 | 38 | 19 |
| Jours d'orage. . . . . | 41 | 54 | 44 |

(1) *Proceedings American Institute Electrical Engineers*, 1911.

(2) Voy. également Petersen (*Hochspannungstechnik*, 1911, p. 163).

On peut voir, par cet exemple, que la suppression pure et simple des cornes, dans cette installation, avait conduit déjà à une diminution considérable des claquages d'isolateurs et des interruptions de service.

Mais, vous direz-vous, l'application pratique des condensateurs répond-elle entièrement aux conceptions théoriques qui viennent d'être exposées?

A l'appui des explications données ci-dessus, il me serait possible de vous relire les rapports excessivement intéressants qui m'ont été donnés par diverses exploitations de la Suisse romande, qui appliquent les condensateurs dans leurs réseaux, rapports que j'ai publiés dans *la Technique moderne*. Comme vous en aurez pris connaissance et que je ne veux pas m'exposer à des redites, je vous citerai plutôt deux autres exemples, choisis entre plusieurs, le premier concernant une installation en France et une autre en Allemagne.

Le directeur de la Société des forces motrices d'Auvergne nous a écrit, en son temps, la lettre suggestive suivante :

« Depuis le commencement de l'année 1908, époque à laquelle nous avons procédé à l'installation du matériel de protection de Fribourg sur notre réseau à 10 000 volts, il n'est plus survenu aucun accident de transformateur ou de machine du fait de perturbations atmosphériques et surtensions.

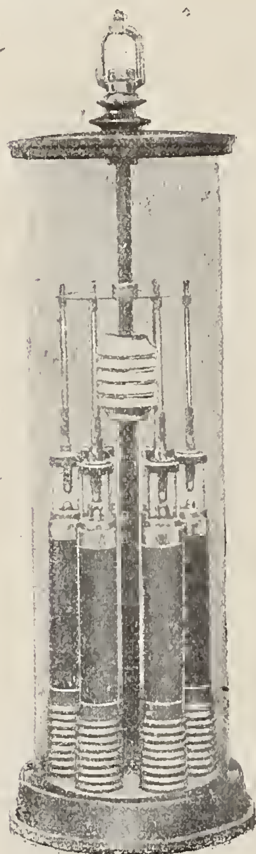
« Nous sommes très heureux d'avoir à vous faire connaître ces heureux résultats; d'autant plus que les accidents avaient été nombreux pendant les précédentes années et que, d'autre part, pendant cette même période, il s'en est produit sur notre réseau à 25 000 volts que nous n'avons pas protégé, jusqu'ici, par le système des condensateurs. »

En ce qui concerne le deuxième exemple annoncé, on le trouvera décrit tout au long dans l'*E. T. Z.* du 7 décembre 1911, n° 49. Dans une conférence donnée à Rheydt, à l'Association des ingénieurs allemands, le Dr Frank, ingénieur en chef du réseau de Neuss, près de Cologne, a déclaré que l'application des condensateurs de Fribourg, dans son réseau, avait fait tomber le nombre des accidents de 70 0/0 de ce qu'il était auparavant, lors de l'utilisation des cornes, malgré des conditions d'exploitation très difficiles.

C. *Bobines d'induction à noyau de fer pour l'écoulement des charges statiques.* — Nous avons insisté précédemment sur l'importance des

phénomènes statiques dans les lignes aériennes. Pour les écouler à la terre, dans les centrales et dans les postes, on dispose de deux moyens assez opposés comme principe : application d'appareils à jets d'eau ou à colonnes d'eau, ou de bobines de self à noyau de fer.

Comme on le sait, l'inconvénient du premier de ces appareils est d'avoir constamment le même débit en alternatif et en continu et de conduire, par conséquent, à une grande perte d'énergie à la terre, sans compter qu'il n'est pas toujours possible de disposer facilement d'un courant d'eau.


Fig. 20.

C'est pourquoi, en nous appuyant sur une série d'expériences, nous préférons préconiser l'emploi de la bobine d'induction à noyau de fer. La résistance ohmique de cette dernière étant très faible, les charges statiques s'écouleront facilement à la terre sous forme de courant continu; le débit en courant alternatif sera, au contraire, très faible et la perte d'énergie pourra donc être considérée comme insignifiante.

Hâtons-nous d'ajouter que l'application d'appareils à coupures ne serait pas indiquée non plus en ce cas, l'adoption d'un limiteur à fonctionnement continu branché directement au réseau étant absolument nécessaire pour l'écoulement de ce genre de phénomène.

Au surplus, il n'est pas mauvais que l'on sache que certains appareils à coupures peuvent être considérés comme dangereux si on les branche sur une ligne aérienne dans laquelle il y aurait production éventuelle de charges statiques. Nous citerons, par exemple, les appareils Würtz à rouleaux qui jouissent de la singulière propriété de s'amorcer bien plus facilement avec du courant continu qu'avec du courant alternatif (Steinmetz). Nous avons pu observer nous-même que des appareils Würtz, construits pour 45 000 volts alternatifs, s'amorçaient déjà avec du courant continu aux environs de 27 000 volts. Or, comme les phénomènes statiques s'écoulent à la terre sous forme de courant continu, nous croyons inutile d'insister, devant vous, sur le danger que peuvent présenter ces appareils, s'ils sont branchés à une ligne exposée à ce genre de phénomènes.

D. *Soupapes Giles* (fig. 20). — Nous avons dit tout à l'heure que cet appareil est destiné à écouler les surtensions à moyenne et à basse fréquence (1).

Comme nous l'avons dit plus haut, les perturbations à moyenne et à basse fréquence prennent généralement leur origine dans le réseau même : résonances, fonctionnement d'interrupteurs, claquage de câbles, variations brusques de régime, mauvaises mises en parallèle, etc.

Ces phénomènes sont également assimilables aux coups de bélier dans les conduites hydrauliques, mais ne se produisent pas avec la même soudaineté que les phénomènes atmosphériques dont il a été question précédemment.

En poussant plus loin la comparaison de ce qui se passe dans les conduites hydrauliques et électriques, nous pourrons rappeler que, dans les premières, on place des soupapes et des réservoirs d'air ayant des sections comparables à celle de la conduite elle-même et il ne viendrait à l'idée de personne de donner à une soupape une section de 1 décimètre carré quand la conduite elle-même aurait 1 mètre carré de section (Giles).

Il en est de même dans les canalisations électriques dans lesquelles il fallait pouvoir arriver à placer des soupapes ayant une résistance ohmique du même ordre de grandeur que l'importance du réseau.

Encore faut-il réaliser cette condition de telle manière qu'il ne puisse se produire une espèce de coup de marteau en cas de fermeture brusque de la soupape. En intercalant de même, d'un seul coup, une résistance trop faible (comme dans les parafoudres à cornes, par exemple) entre deux conducteurs d'une ligne électrique, on engendrera de la sorte une surtension aussi forte que celle qu'il fallait éviter.

Dans la soupape Giles, au contraire, par suite du grand nombre de colonnes en parallèle et par suite d'un autre dispositif qui permet le soufflage de l'arc à chaque demi-période, on arrive à n'intercaler cette très faible résistance que progressivement, c'est-à-dire au fur et à mesure de l'augmentation de la valeur de la surtension; l'appareil fonctionne donc, en quelque sorte, comme un rhéostat bien gradué. La pratique a d'ailleurs montré qu'il en était bien ainsi et qu'il était possible de prévoir, s'il le fallait, l'adoption de

(1) L'*Electricien* donnera dans un prochain numéro la description de cet intéressant appareil.

soupapes pour lesquelles la résistance combinée atteignait seulement 70 ohms.

Enfin, une des caractéristiques de la soupape Giles est de faciliter l'amorçage des distances explosives d'une même colonne.

En effet, le nombre d'intervalles d'air de cet appareil est tel que la surtension d'amorçage serait considérable s'il n'y avait pas un dispositif spécial prévu à cet effet. Ce dernier consiste à reporter successivement la totalité de la tension du réseau sur chacune des distances explosives, de telle sorte que l'on amorce celles-ci les unes après les autres au lieu de les amorcer toutes en

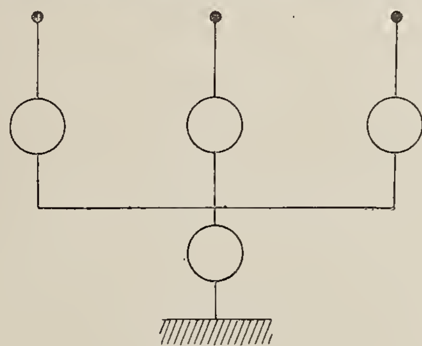


Fig. 21.

même temps, comme cela a lieu dans les autres appareils.

Il nous reste à ajouter un mot sur le groupement ou mode de connexion que nous donnons habituellement à ces soupapes ; comme les surtensions à basse et moyenne fréquence peuvent se faire sentir aussi bien entre phases qu'entre chaque phase et la terre, il sera préférable d'adopter le montage par quatre de la figure 21. Comme on le voit, cette disposition a comme avantage d'opposer aux surtensions toujours deux appareils en série, calculés pour la moitié de la tension normale, qu'elles se produisent entre conducteurs ou entre chaque conducteur et la terre.

Nous ne pouvons terminer sans avoir dit un mot sur la question de la mise à la terre du point neutre dans les installations à courants triphasés.

Cette question a toujours préoccupé installateurs et exploitants et a été, depuis longtemps, le sujet de nombreuses controverses. Des nombreuses expériences qui ont été faites avec l'un ou l'autre système, et que nous avons pu observer personnellement, nous croyons pouvoir dire, sans être contredit par personne, que la mise directe du neutre à la terre présente trois sérieux inconvénients :

1° Augmentation du danger de mort, au cas où quelqu'un vient à toucher des conducteurs sous courant;

2° Mise en court-circuit directe sur la machine de la phase qui serait mise accidentellement à la terre, ce qui enlève toute possibilité éventuelle de marcher avec les deux autres phases, s'il y a un défaut d'isolement à la troisième;

3° Perturbations téléphoniques très fortes dans les réseaux de ville à câbles souterrains, ces dernières rendant même l'exploitation téléphonique impossible si les alternateurs ont des harmoniques de denture d'ordre 3 k. (1).

Toutefois, comme la mise du neutre à la terre présente de nombreux avantages, nous préconisons de la réaliser par l'intermédiaire d'une résistance hydraulique, ou par un artifice de ce genre, ce qui supprime, par conséquent, la plupart des inconvénients que nous venons de citer. Il ne nous est malheureusement pas possible de nous étendre plus longuement sur ce point dans une causerie où l'on ne s'occupe que de la question de la protection des réseaux contre les surtensions.

# Des Conditions d'emploi des compteurs électriques
## DANS UNE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE
# et des essais à leur faire subir.

*(Suite et fin)* (2).

ANNEXE N° 2

**Programme d'essais d'un compteur monophasé adopté par l'Institut électrotechnique de Grenoble.**

1° Essai à différentes charges sur circuit non inductif (fréquence et tension normales).

2° Essai en surcharge de 10 0/0 sur circuit non inductif (fréquence et tension normales).

3° Essai en surcharge de 20 0/0 sur circuit non inductif

(1) *E. T. Z.*, 1910, *Expériences sur le réseau de Copenhague*.

(2) Voir l'*Electricien*, n° 1124, 13 juillet 1912, p. 26.

dès l'instant d'application de la charge (fréquence et tension normales).

4° Essai en surcharge de 20 0/0 sur circuit non inductif après une demi-heure d'application de la charge (fréquence et tension normales).

5° Essais sur circuits inductifs — pleine charge — (fréquence et tension normales).

6° Essais sur circuits inductifs — demi-charge — (fréquence et tension normales).

7° Essais à différentes charges en surtension de 20 0/0. Circuit non inductif (fréquence normale).

8° Essais sur circuits inductifs en surtension de 20 0/0 (fréquence normale) pleine charge.

9° Essais à différentes charges en surtension de 10 0/0. Circuit non inductif (fréquence normale).

10° Essais sur circuits inductifs en surtension de 10 0/0 (fréquence normale) pleine charge.

11° Essais à différentes charges sous une tension inférieure de 10 0/0. Circuit non inductif (fréquence normale).

12° Essais sur circuits inductifs sous une tension inférieure de 10 0/0 (fréquence normale) pleine charge.

13° Essais à différentes charges sous une tension inférieure de 20 0/0 (fréquence normale). — Circuit non inductif.

14° Essais sur circuits inductifs sous une tension inférieure de 20 0/0 (fréquence normale) (pleine charge).

15° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuit non inductif. — Fréquence 10 0/0 inférieure à la normale (tension normale).

16° Influence de la fréquence. — Circuits inductifs. — Pleine charge. — Fréquence 10 0/0 inférieure à la normale (tension normale).

17° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuit non inductif. — Fréquence 5 0/0 inférieure à la normale (tension normale).

18° Influence de la fréquence. — Circuits inductifs. — Pleine charge. — Fréquence 5 0/0 inférieure à la normale (tension normale).

19° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuit non inductif. — Fréquence 5 0/0 supérieure à la normale (tension normale).

20° Influence de la fréquence. — Circuits inductifs. — Pleine charge. — Fréquence 5 0/0 supérieure à la normale (tension normale).

21° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuits non inductifs. — Fréquence 10 0/0 supérieure à la normale (tension normale).

22 Influence de la fréquence. — Circuits inductifs. — Pleine charge. — Fréquence 10 0/0 supérieure à la normale (tension normale).

23 Influence de l'inclinaison. — Essai à différentes charges avec inclinaison de 5 0/0 à droite. — Circuit non inductif (fréquence et tension normales).

24° Influence de l'inclinaison. — Essai à différentes charges avec inclinaison de 5 0/0 à gauche. — Circuit non inductif (fréquence et tension normarles).

25° Essais à différentes charges sur circuits non inductifs. Température ambiante de 0 à + 5° C. (fréquence et tension normales).

26 Essais à différentes charges sur circuits non inductifs. — Température ambiante de + 35 à + 40° C (fréquence et tension normales).

27° Essais à pleine charge sur circuits inductifs. — Température ambiante de 0 à + 5° C. (fréquence et tension normales.)

28° Essais à pleine charge sur circuits inductifs. — Température ambiante de + 35 à + 40° C. (fréquence et tension normales).

29° Consommation interne dans chaque circuit. — Pleine charge (fréquence et tension normales).

30° Epreuve sur la marche à vide (fréquence normale, tension normale et 20 0/0 supérieure à la normale).

31° Essai de démarrage (fréquence et tension normales).

32° Essai de l'influence du fonctionnement simultané de tous les rouleaux du mécanisme sur les indications du compteur au vingtième de charge.

33° Epreuve de court-circuit suivant prescription de l'arrêté ministériel du 13 août 1910.

34° Essais à différentes charges sur circuit non inductif immédiatement après l'épreuve de court-circuit désignée ci-dessus (fréquence et tension normales).

35° Essai à pleine charge sur circuits inductifs immédiatement après l'épreuve de court-circuit (fréquence et tension normales).

36° Vérification de la constante du mobile le plus rapide qui soit nettement visible sur le mécanisme ou sur la minuterie.

*OBSERVATIONS. — Les compteurs présentés par les intéressés pour être soumis à ce programme d'essais, devront être de préférence d'un calibre de 10 ampères environ sous 120 volts environ et être livrés plombés, de telle sorte qu'il soit possible d'effectuer les connexions et les mesures sans briser les plombs du boîtier du mécanisme.*

*Les essais seront commencés après avoir laissé le compteur à vide, sous sa tension normale, pendant un quart d'heure.*

ANNEXE N° 3

## Programme d'essais d'un compteur triphasé adopté par l'Institut électrotechnique de Grenoble.

1 Essai à différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normale). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

2 Essai en surcharge de 10 0/0 sur circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

3° Essai en surcharge de 20 0/0 sur circuits non inductifs équilibrés dès l'instant de l'application de la charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

4° Essai en surcharge de 20 0/0 sur circuits non inductifs équilibrés, après une demi-heure d'application de la charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

5° Essais à différentes charges en surtension de 20 0/0. — Circuits non inductifs équilibrés (fréquence normale). — Ordre de phase ou 1, 2, 3.

6° Essais à différentes charges en tension inférieure de 20 0/0. — Circuits non inductifs équilibrés (fréquence normale). — Ordre des phase indiqué ou 1, 2, 3.

7° Essais sur circuits inductifs équilibrés. — Pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3.

8° Essais à demi-charge sur circuits inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

9° Essai en surtension de 20 0/0. — Circuits inductifs équilibrés (fréquence normale). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

10° Essai en tension inférieure de 20 0/0. — Circuits inductifs équilibrés (fréquence normale). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

11° Essais sur circuits non inductifs, non équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

12° Essais sur circuits mixtes non équilibrés. — Pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

13° Influence de l'ordre des phases à différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phases, 2, 1, 3.

14° Influence de l'ordre des phases. — Circuits inductifs équilibrés. — Pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre 2, 1, 3.

15° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (tension normale). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3. — Fréquence 10 0/0 supérieure à la normale.

16° Influence de la fréquence. — Circuits inductifs équilibrés. — Pleine charge (tension normale). — Ordre des phases indiqué ou 1, 2, 3. — Fréquence 10 0/0 supérieure à la normale.

17° Influence de la fréquence. — Différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (tension normale). — Ordre des phases indiqué ou 1, 2, 3. — Fréquence 10 0/0 inférieure à la normale.

18° Influence de la fréquence. — Circuits inductifs équilibrés (tension normale pleine charge). — Ordre de phases indiqué en 1, 2, 3. — Fréquence 10 0/0 inférieure à la normale.

19° Influence de l'inclinaison. — Inclinaison de 5 degrés à droite. — Circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre des phases indiqué ou 1, 2, 3.

20° Influence de l'inclinaison. — Inclinaison de 5 degrès à gauche. — Circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phase indiqué ou 1, 2, 3.

21° Influence de la température. — Essais à différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 3, 3. — Température ambiante de 0 à + 5° C.

22° Influence de la température. — Circuits inductifs équilibrés pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3. — Température ambiante de 0 à + 5° C.

23° Influence de la température. — Essais à différentes charges sur circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3. — Température ambiante de + 35 à + 40° C.

24° Influence de la température. — Circuits inductifs équilibrés. — Pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3. — Température ambiante de + 35° à + 40° C.

25° Epreuve sur la marche à vide (fréquence normale, tension normale et 50 0/0 supérieure à la normale. — Ordre des phases 1, 2, 3 et 2, 1, 3.

26° Essais de démarrage (fréquence et tension normales). — Ordre des phases 1, 2, 3 et 2, 1, 3.

27° Consommation interne dans chaque circuit. — Pleine charge (fréquence et tension normales).

28° Essai de l'influence du fonctionnement simultané de tous les rouleaux du mécanisme sur les indications du compteur au vingtième de charge.

29° Essai de court-circuit suivant prescriptions de l'arrêté ministériel du 13 août 1910.

30° Essais à différentes charges immédiatement après l'épreuve de court-circuit ci-dessus désignée. — Circuits non inductifs équilibrés (fréquence et tension normales). — Ordre de phases indiqué ou 1, 2, 3.

31° Essais sur circuits inductifs équilibrés immédiatement après l'épreuve de court-circuit. — Pleine charge (fréquence et tension normales). — Ordre des phases indiqué ou 1, 2, 3.

32° Vérification de la constante du mobile le plus rapide qui soit nettement visible sur le mécanisme ou sur la minuterie.

*OBSERVATIONS. — Les compteurs présentés par les intéressés pour être soumis à ce programme d'essais devront être de préférence d'un calibre de 10 ampères environ sous 120 volts environ et être livrés plombés de telle sorte qu'il soit possible d'effectuer les connexions et les mesures sans briser les plombs du boîtier du mécanisme. Les essais seront commencés après avoir laissé le compteur à vide sous sa tension normale pendant un quart d'heure.*

ANNEXE N° 4

**Programme d'essais d'un compteur à courant continu adopté par l'Institut électrotechnique de Grenoble.**

1° Essai à différentes charges (tension normale).

2° Essai en surcharge de 10 0/0 (tension normale).

3° Essai en surcharge de 20 0/0 dès l'instant d'application de la charge (tension normale).

4° Essai en surcharge de 20 0/0 après une demi-heure d'application de la charge (tension normale).

5° Essai à différentes charges en surtension de 20 0/0.

6° Essai à différentes charges en surtension de 10 0/0.

7 Essai à différentes charges sous une tension inférieure de 10 0/0.

8° Essai à différentes charges sous une tension inférieure de 20 0 0.

9° Influence de l'inclinaison. — Essai à différentes charges avec inclinaison de 5 degrés à gauche.

10° Influence de l'inclinaison. — Essais à différentes charges avec inclinaison de 5 degrés à droite.

11° Influence de la température. — Essais à différentes charges à tension normale. — Température ambiante de 0 à + 5° C.

12° Influence de la température. — Essais à différentes charges à tension normale. — Température ambiante de + 35 à + 40° C.

13° Consommation interne dans chaque circuit. — Pleine charge et tension normale.

14° Epreuve sur la marche à vide (tension normale et 20 0/0 supérieure à la normale).

15° Essai de démarrage (tension normale).

16° Essai de l'influence du fonctionnement simultané de tous les rouleaux du mécanisme sur les indications du compteur au 1/20 de charge.

17° Essai au 1/20 de charge en plaçant le compteur dans deux orientations opposées à 180 degrés et telles que l'axe du champ dû au fil principal soit dans le plan du méridien magnétique.

18° Essais à différentes charges pour vérifier l'influence des champs magnétiques parasites non uniformes.

19° Épreuve de court-circuit suivant prescription de l'arrêt ministériel du 13 août 1910.

20° Essais à différentes charges immédiatement après l'épreuve de court-circuit désignée ci-dessus (tension normale).

21° Vérification de la constante du mobile le plus rapide qui soit nettement visible sur le mécanisme ou sur la minuterie.

*OBSERVATIONS. — Les compteurs présentés par les intéressés pour être soumis à ce programme d'essais, devront être de préférence d'un calibre de 10 ampères environ, sous 120 volts environ et être livrés plombés de telle sorte qu'il soit possible d'effectuer les connexions et les mesures sans briser les plombs du boîtier de mécanisme.*

*Pour tous les essais ci-dessus désignés, à l'exception de ceux relatifs à l'influence du champ magnétique terrestre, le compteur sera orienté de telle façon que l'axe du champ dû au fil principal soit perpendiculaire au plan du méridien magnétique.*

*Les essais seront commencés après avoir laissé le compteur à vide sous sa tension normale pendant un quart d'heure.*

# Manuel du Praticien.

## Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

*(Suite* (1).

III

### MOTEURS A COURANT CONTINU

Indépendamment de certains dérangements qui peuvent affecter un moteur aussi bien qu'une génératrice, dérangements qui ont été déjà examinés, il peut arriver que le moteur ne démarre pas à vide.

Ce défaut provient généralement d'une erreur dans l'établissement des connexions et un examen attentif permettra de le localiser et d'en découvrir la cause.

a). *En lançant le moteur à la main, il prend une vitesse exagérée et il y a production d'étincellès au collecteur.* — Le dérangement provient du manque d'excitation. Il faut rechercher alors s'il n'y a pas interruption du circuit d'excitation, soit dans le rhéostat de démarrage, soit dans les câbles de connexion, soit dans l'enroulement inducteur. Le dérangement peut aussi provenir d'une mauvaise connexion des bobines inductrices, ce qui donne lieu à des pôles inversés. Une fois le détaut localisé, il est facile à réparer.

b) *En lançant le moteur à la main, il prend sa vitesse normale et peut être mis en charge, mais ne démarre pas quand il est en charge.* — Dans ce cas, le courant d'excitation passe bien dans les bobines inductrices, mais il passe aussi dans le rhéostat de démarrage par suite d'une mauvaise connexion, la dérivation n'étant pas prise avant le rhéostat, mais après cet appareil. Il en résulte que le champ inducteur est trop faible au moment du démarrage. Il suffit de modifier la fausse connexion pour éviter ce défaut.

c) *Le moteur lancé à la main s'arrête.* — On constate que le courant passe dans les bobines inductrices et que les connexions sont bien établies. De plus, on éprouve de grandes difficultés pour faire tourner l'induit à la main et seulement par à-coups. On doit en conclure que le courant ne passe pas dans l'induit. Ce dérangement peut être dû à ce que une ou plusieurs bobines de l'enroulement induit sont brûlées ou perforées. Il peut aussi provenir d'une interruption du circuit dans le démarreur, dans les câbles de connexion ou encore de la fusion d'un coupe-circuit.

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLIII, page 344.

### IV

### DÉRANGEMENTS PROVENANT DES RHÉOSTATS D'EXCITATION ET DE DÉMARRAGE

Après avoir énuméré les dérangements qui se produisent dans les génératrices et les moteurs à courant continu, il est utile de mentionner ceux qui proviennent des rhéostats d'excitation et de démarrage.

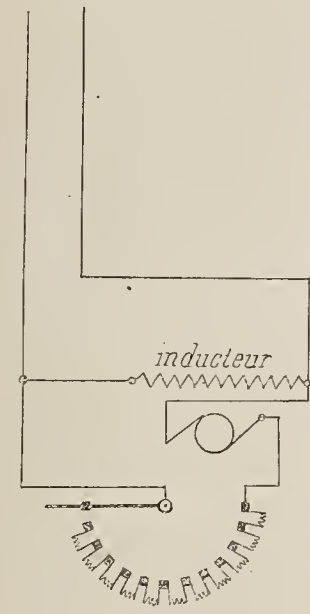


Fig. 22.

L'accident le plus fréquent est la rupture d'une spire du rhéostat qui a pour effet d'interrompre le circuit et alors la génératrice ne s'excite pas ou le moteur ne démarre pas, parce que, dans le cas d'une génératrice, le circuit des inducteurs ne reçoit pas de courant et, s'il s'agit d'un moteur, le courant n'arrive pas à l'induit.

Pour pouvoir continuer le service, si l'interruption se produit pendant la marche, il suffit de mettre en court-circuit les plots de la spire rompue ou bien, si la spire rompue est rapprochée du plot mort du rhéostat, on peut démarrer en partant du plot suivant.

Lorsqu'un moteur est muni d'un rhéostat d'excitation servant à régler la vitesse, si une rupture vient à se produire pendant le fonctionnement du moteur, ce dernier, suivant le cas, s'emballe ou brûle. L'excitation étant brusquement coupée, suivant la charge et suivant la position des balais, le moteur prend une vitesse angulaire exagérée ou bien il s'arrête et brûle.

A propos des rhéostats de démarrage, il convient de rappeler que leur montage donne souvent lieu à des erreurs de connexion et il n'est pas inutile d'indiquer la manière correcte de les établir pour les moteurs en dérivation.

Le rhéostat de démarrage doit être monté en série *avant l'induit*, afin que l'excitation se trouve en parallèle avec le rhéostat et l'induit, comme le montre la figure 22. Dans ces conditions, les bobines inductrices sont parcourues par le courant à la tension de régime et il n'arrive dans l'induit, grâce à la résistance du rhéostat, qu'un courant de faible intensité que l'on augmente progressivement.

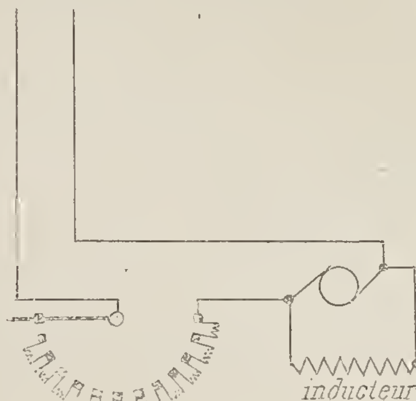


Fig. 23.

Le montage qu'indique la figure 23 doit être absolument évité. En effet, au moment du démarrage, par suite des résistances intercalées du rhéostat, les bobines inductrices ne sont parcourues que par un courant trop faible pour que le moteur puisse démarrer.

(*A suivre.*)

---

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ALTERNATEURS

### Un alternateur à volant.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, la compagnie anglaise « General Electric » construit, en ce moment, un alternateur Witton de 1000 kw, du type à volant extérieur, destiné à une grande filature de coton de Hollande. Le stator de cet alternateur porte ses enroulements sur sa périphérie extérieure, et les pôles inducteurs se projettent radialement à l'intérieur vers le stator, à partir de la jante surplombante d'un lourd volant. L'alternateur en question sera actionné par une machine horizontale à vapeur à marche lente, et le volant servira à vaincre la variation cyclique de vitesse de cette machine. Le rendement garanti de l'alternateur ci-dessus est de 94 0/0. Au moyen d'un enroulement spécial du stator, l'effet des ondulations dentées sur la tension se trouve éliminé, en sorte que la

courbe de tension a la forme d'une onde exactement sinusoïdale. — G.

## APPAREILLAGE

### Démarreurs pour moteurs à courant continu.

Le *Times Engineering Supplement*, analysant un prospectus de la compagnie anglaise « Electric Construction », donne quelques détails sur les démarreurs immergés dans l'huile que construit cette entreprise pour l'installation des moteurs à courant continu. Dans les dispositifs en question, l'interrupteur de démarrage repose sur un socle en ardoise, et il est complètement immergé, ainsi que les bobines de résistance, dans l'huile que contient une cuve en fonte. Grâce à ce dispositif, aucun arc ne se produit au-dessous du niveau du bain d'huile, tous les contacts échappent aux atteintes de la poussière et demeurent parfaitement propres; enfin, les bobines de résistance ne peuvent prendre un échauffement anormal. — G.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Régulateurs automatiques de tension.

M. J. Watson, l'ingénieur électricien municipal de Burg (Angleterre), a présenté un travail au Congrès de l'Association municipale d'électricité à Harrogate, dans lequel il dit qu'en se rappelant leurs avantages, il est étrange que les régulateurs automatiques soient plutôt exceptionnellement employés dans les stations centrales. Jadis, on employait un surveillant à la valve d'admission du moteur à vapeur pour en régler la vitesse; puis, les progrès aidant, cette fonction a été transférée au surveillant du tableau de distribution, et cette méthode prévaut encore dans la plupart des stations génératrices. Cependant, des variations de tension dans la distribution troublent le personnel de la station et irritent les abonnés. Les limites de variations admises par le Board of Trade sont de 3 à 4 0/0, mais avec les lampes à filament métallique on doit permettre une plus grande variation sans trop de désavantages. M. Watson se réfère spécialement, dans son étude, aux régulateurs qui consistent en un appareil distinct de la machine qu'ils règlent. Il fait remarquer qu'une génératrice bien réglée a une influence sur les prix; une dynamo à courant continu avec enroulement shunt est meilleur marché qu'une génératrice à enroulement compound et un alternateur ayant de faibles propriétés de régulation est ou devrait être sensiblement meilleur marché qu'une machine ayant une régulation plus précise. C'est pourquoi, il n'est pas improbable que des dispositifs automatiques de réglage deviennent plus parfaits et soient adoptés comme pratique courante; les constructeurs de dynamos attacheront moins d'importance à la régulation, perfectionneront leurs devis sur d'autres points et pourront alors réaliser des économies en matériaux et en prix de revient. L'auteur mentionne le large champ d'application qui est ouvert à ce sujet. Par exemple, il est d'usage de relier tous les feeders à une barre omnibus commune, mais les feeders sont ordinairement de différentes longueurs et le réglage de la tension sur chaque feeder individuel peut être nécessaire à cause des variations de charge ou des modifications dans le facteur de puissance pendant différentes périodes des 24 heures. La place idéale du régulateur devrait être sous la dépendance directe de l'abonné ou même sur chaque dispositif important d'utilisation, car, bien que la tension soit maintenue constante aux barres omnibus ou sur les feeders, une certaine valeur de troubles dans la tension peut survenir sur le réseau de distribution par suite des commutations d'appareils importants d'utilisation. Bien que la régulation de tension soit de plus grande importance dans la distribution à courant continu pour l'éclairage et la force motrice et pour l'éclairage par courant alternatif, les progrès réalisés pendant ces dix dernières années sur les moteurs à courant alternatif nécessitent une vitesse constante pour les moteurs de bon nombre d'industries et cela ne peut être obtenu qu'en maintenant une vitesse constante des moteurs primordiaux. M. Watson dit que si les fluctuations de charge étaient grandes, il deviendrait nécessaire d'appliquer le principe du régulateur de tension au régulateur du moteur ou de la turbine, de manière à assurer non seulement une tension constante pour l'éclairage, mais aussi une fréquence absolument constante pour la force motrice.

Probablement le meilleur régulateur pour une distribution à courant continu est une batterie d'accumulateurs de large capacité avec un survolteur automatique ou un commutateur régulateur commandé par la tension aux barres omnibus. Malheureusement, les régulateurs n'ont pas toujours été complètement automatiques dans leur action et, à la vérité, peu sont exempts de défauts de ce genre. La crainte d'un manque possible dans leur action et les graves conséquences qui en résulteraient constituent, pense M. Watson, la principale cause des applications limitées de ces appareils dans les stations génératrices. Il est cependant ordinairement possible de s'assurer d'un dispositif indépendant de manière et être sûr que le régulateur serait mis hors d'usage si une certaine valeur était dépensée.

La plupart des appareils employés dans le but de commander la tension de distribution comporte soit un noyau de fer mobile inséré dans une bobine shunt ou un shunt mobile qui peut

tourner entre les pôles d'un aimant permanent; les bobines shunt étant excitées dans les deux cas par l'intermédiaire des barres omnibus. Si la tension aux barres fléchit, le mouvement du noyau ou de la bobine s'exerce dans une direction, tandis que si la tension s'élève, le mouvement s'exerce dans la direction opposée. Avec les variations ordinaires de tension, le mouvement produit et l'énergie exercée sont très petits; et il est par suite nécessaire d'intensifier ce mouvement ou d'employer des relais afin d'obtenir une étendue de régulation suffisante et le travail mécanique nécessaire pour actionner un dispositif auxiliaire de réglage. Au moyen de ce dispositif qui consiste en un petit moteur ou en solénoïdes la régulation est obtenue : 1° par le mouvement d'un commutateur qui fait varier la résistance dans le circuit; 2° en faisant varier le champ d'une petite excitatrice alimentant l'inducteur de la génératrice; 3° en absorbant plus ou moins de courant de l'inducteur de la génératrice. M. Watson montre que les dépenses consacrées à ces dispositifs doivent, jusqu'à un certain point, dépendre des limites dans lesquelles la tension peut être réglée et aussi de la durée qui peut être accordée à tout l'ensemble des opérations. Plus étroites sont ces limites, et plus sensible doit être l'appareil. Enfin, en terminant, M. Watson ajoute qu'en installant des régulateurs de tension, l'entreprise de distribution non seulement améliore le service, mais encore que cette installation a pour effet de rendre plus tangible l'économie réalisée dans la surveillance requise au tableau de distribution qui s'en trouve considérablement réduite. — A. B.

## ÉCLAIRAGE

### Eclairage électrique des trains (système Mather et Platt).

Le *Times Engineering Supplement* rapporte que MM. Mather et Platt viennent de publier une description de leur système électrique d'éclairage des trains dans lequel une dynamo, actionnée par l'un des essieux, est montée sous chaque véhicule. Lorsque le train se trouve arrêté ou marche très lentement, le courant est fourni par une seule ou double batterie d'accumulateurs, et la dynamo est alors séparée du circuit d'éclairage; mais à mesure que la vitesse augmente et que la tension de la dynamo s'accroît, un courant passe par l'enroulement shunt d'un solénoïde disjoncteur et la dynamo entre alors dans le circuit, tandis que l'alimentation provenant de la batterie se trouve supprimée. On atteint la tension à cet effet suffisante quand le train marche à une vitesse d'environ 14 km à l'heure; dès ce moment, en raison des propriétés inhérentes à la dynamo, la tension demeure à peu près constante, quelle que soit la vitesse de marche. Quand l'allure du train tombe à environ 8 km à l'heure, le solénoïde disjoncteur perd son aimantation, et alors la dynamo est mise hors circuit, tandis que la batterie est reliée automatiquement aux lampes. Ces éléments de la batterie ne sont chargés complètement que quand la dynamo alimente les lampes en courant, et la charge normale peut être réglée de manière que le courant fourni par les éléments lors de l'arrêt du train se trouve restitué pendant la marche, par suite de quoi les éléments conservent un point constant de charge. — G.

## ÉLECTROTHERMIE

### Un nouveau réchaud électrique.

Suivant l'*Electrician*, M. W. Stanley a récemment fait breveter, aux Etats-Unis, un réchaud électrique destiné à absorber du courant d'une façon continue, mais dans une faible proportion, durant les 24 heures du jour ainsi qu'à donner immédiatement toute l'énergie calorique nécessaire pour les besoins de la cuisine. Cette énergie est emmagasinée dans une masse de fonte thermiquement isolée des influences extérieures au moyen de noir de fumée ou de silice en poudre et placée en contact direct avec l'appareil de cuisson. Cette masse est mécaniquement reliée à un plongeur hydraulique : on peut, par suite, l'élever à volonté pour exposer sa surface supérieure aux fins de cuisson, ou l'abaisser pour retenir la chaleur. Les connexions sont établies de telle sorte que le réchaud ne peut recevoir qu'une certaine charge électrique maximum déterminée par le constructeur : on n'a donc pas besoin d'un compteur pour connaître la consommation de courant. — G.

## FORCE MOTRICE

### Moteurs mixtes à explosion ou à combustion et à air comprimé.

Dans une communication faite à la Société des ingénieurs civils de France, M. L. Letombe dit que, lorsque pour l'installation d'une force motrice, le prix de revient du cheval-heure doit avoir une importance prépondérante, il n'y a pas de doute que la meilleure solution à adopter consiste dans le montage d'un moteur à gaz pauvre, à la condition toutefois d'employer un système de gazogène susceptible d'être alimenté de charbons maigres ordinaires ou de petits cokes.

Mais souvent l'économie de combustible, bien que toujours intéressante à considérer, n'est pas le facteur principal : c'est ainsi que pour des marches intermittentes, ou lorsqu'on manque de place, ou encore lorsqu'on veut une manutention

facile du combustible, il peut être avantageux de donner la préférence à un moteur à combustion à huile lourde.

Si on ne dispose d'aucun secours et qu'un arrêt doive être très préjudiciable, une machine à vapeur sera plus indiquée. Il en sera de même si on a l'utilisation de la vapeur d'échappement. Pour de très grandes puissances, les turbines à vapeur s'imposent.

La concurrence que se font entre elles ces différentes machines amène les constructeurs à les perfectionner sans cesse, sans qu'aucun système soit parvenu pourtant à s'imposer dans tous les cas.

Les dernières venues restent les plus perfectibles. Pour le moteur à combustion, il faudrait arriver à marcher avec des huiles de provenances diverses, sans réglage délicat, et éviter les usures rapides.

Pour le moteur à gaz, il faudrait améliorer les consommations à faible charge (bien qu'elles soient encore en général inférieures aux meilleures consommations d'autres systèmes de machines), éviter les difficultés de mise en marche, les allumages intempestifs, les défaillances, et les rendre capables de surcharges momentanées importantes.

M. Letombe, sans aborder pour l'instant cette étude d'ensemble, entretient la Société des moyens propres à rendre le fonctionnement d'un moteur à gaz plus semblable à celui d'une machine à vapeur.

Ces moyens consistent dans la transformation des machines en moteurs mixtes à combustion interne et à air comprimé.

M. Letombe montre comment cette transformation est possible sans nuire en aucune façon au fonctionnement normal des moteurs.

L'important dans ce cas est que la distribution complémentaire ajoutée à un moteur s'isole d'elle-même sans l'intervention du mécanicien et ne donne lieu à aucun travail de frottement supplémentaire dès que l'intervention de l'air comprimé n'est plus nécessaire, intervention qui, bien entendu, ne doit être qu'intermittente.

M. Letombe rappelle, à ce propos, le dispositif spécial pour la mise en marche automatique des moteurs d'automobiles, qui lui a valu le premier prix du concours Deutsch de l'Automobile Club.

Ce dispositif, applicable aussi bien aux moteurs d'aviation et aux moteurs de bateaux qu'aux moteurs fixes, supprime tous les aléas des mises en marche.

Sur les automobiles, un petit compresseur, dont le travail cesse automatiquement dès qu'une pression déterminée est atteinte, tient constamment rempli un réservoir d'air comprimé. Cet air reçoit alors de multiples emplois : il sert au gonflage des pneumatiques, à l'actionnement des sifflets, etc.

Dans les installations fixes, il est prudent d'avoir un petit groupe moteur compresseur indépendant, de manière à n'avoir jamais, même en cas de négligence du mécanicien, à mettre le moteur en marche à bras.

Mais on peut aller plus loin et M. Letombe montre, à titre d'exemple, que par un dispositif qu'il a étudié en collaboration avec M. J. Aucoc, on peut, en employant de l'air à haute pression, pendant la marche même d'un moteur, superposer un diagramme d'air comprimé au diagramme normal du moteur et augmenter ainsi momentanément sa puissance dans des proportions considérables.

Le système étant mis sous la dépendance du régulateur, en cas de ralentissement, pour une cause quelconque, ratés d'allumage, surcharge, allumages intempestifs, l'air comprimé vient immédiatement exercer son action de secours jusqu'à ce que la vitesse de régime se trouve rétablie.

Il ne s'agit encore dans cette voie que d'essais tentés avec succès. Il n'est pas douteux que, si un tel système pouvait se généraliser, beaucoup d'industriels hésiteraient moins à adopter le gaz pauvre, et les moteurs à explosion et à combustion recevraient des applications nouvelles. On entrevoit ainsi la possibilité de faire des automobiles sans changement de vitesse, des moteurs à gaz pour laminoirs, etc.

## LAMPES

### Dispositif Abbott pour la fabrication des filaments de tungstène.

Dans la fabritation des filaments de tungstène destinés aux lampes à incandescence, comme on le sait, on mélange le métal en poudre avec une substance agglutinante et on forme ainsi une masse plastique de laquelle, sous l'action de la pression exercée par un appareil spécial, on obtient un filament. On échauffe ensuite ce filament dans une atmosphère gazeuse convenable, ce qui élimine la matière agglutinante et il ne reste plus alors qu'un filament métallique solide et homogène.

Or, un inventeur américain, M. William G. Abbott, a fait breveter un procédé qu'exploite la Compagnie « General Electric » de Schenectady (Etats-Unis) et qui offre maints avantages dans la fabrication ci-dessus. Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Anzeiger* les détails et la figure ci-après de ce procédé :

On utilise ordinairement un mélange d'hydrogène et d'azote qui est plus léger que l'air, et on introduit ce mélange dans un tube en U renversé (fig. 24), lequel enveloppe et protège le dispositif de transport des filaments métalliques, dispositif qui a reçu la forme d'un ruban sans fin. Le mélange gazeux est maintenu, par la pesanteur plus élevée de l'air extérieur, dans cette chambre; on com-

pense d'ailleurs toutes les pertes éventuelles de gaz dues à la convection et à la diffusion en introduisant du gaz nouveau au moyen d'un ajutage fixé dans la partie supérieure du tube en U. Lors de leur préparation, les filaments métalliques non encore achevés doivent être portés graduellement jusqu'à la température maximum convenable. C'est ce qu'on obtient, grâce à une série de contacts qui, au passage des chariots transportant les filaments, touchent ces derniers. Le premier contact est monté en série avec une haute résistance qui réduit le courant traversant le filament métallique à la valeur initiale convenable. Les autres contacts laissent pénétrer sur le filament des tensions plus élevées, en sorte que ledit filament, durant son passage à travers la chambre en U, se trouve soumis à une série graduelle de températures toujours plus élevées. Lorsque les dispositifs transporteurs parviennent à la sortie de la chambre, on retire à la main les filaments achevés et on les remplace par de nouveaux filaments. — G.

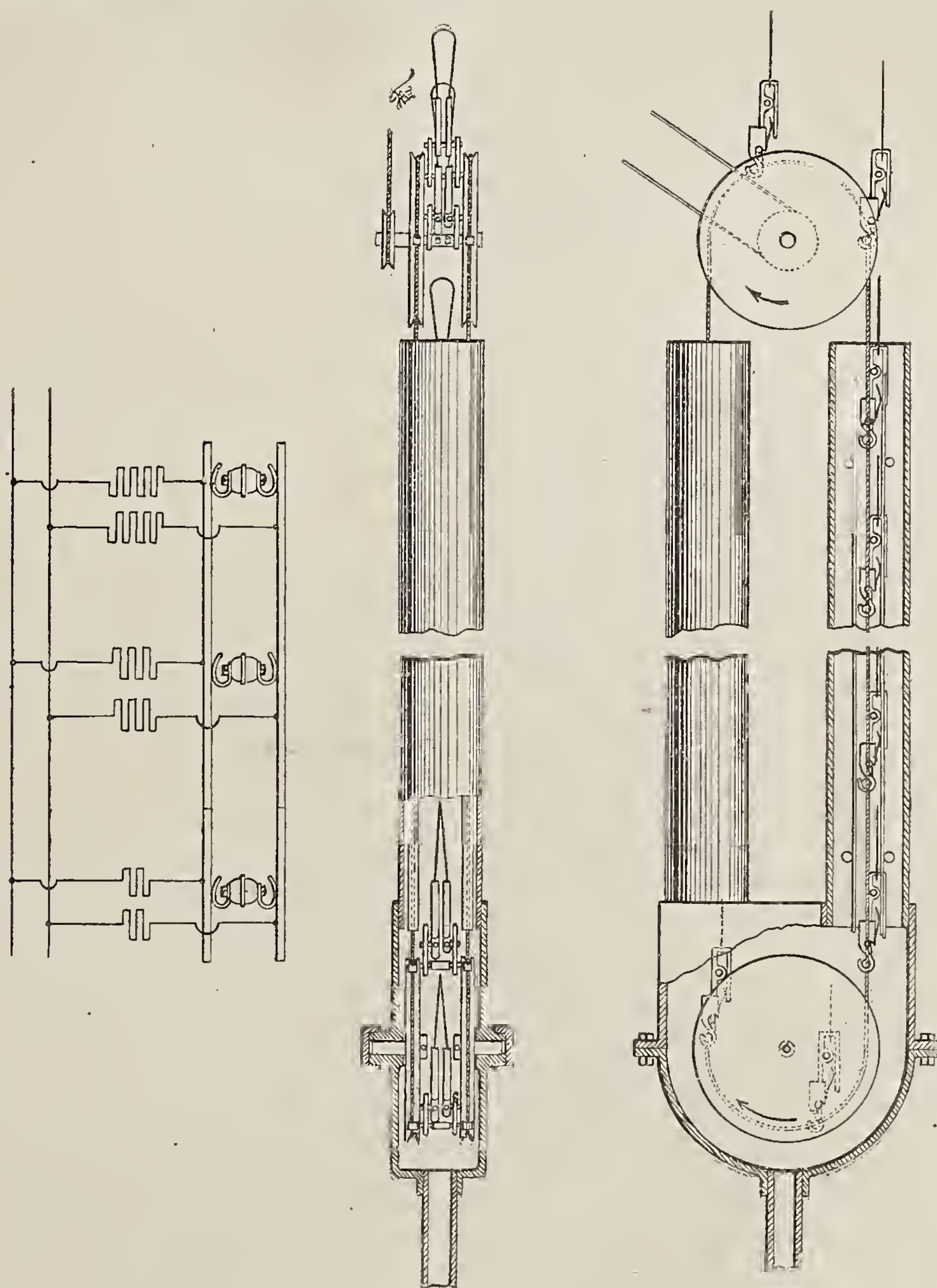


Fig. 24. — Dispositif Abott pour la fabrication des filaments de tungstène.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Le « Tantiron », un alliage non corrosif.

Le *Times Engineering Supplement* signale un nouvel alliage résistant à l'action des acides, que fabrique la compagnie anglaise « Lennox Foundry » et qui s'emploie avantageusement pour la construction de récipients, etc., destinés à des opérations chimiques. Cet alliage, dit le *Tantiron*, aurait mille fois la résistance à la corrosion présentée par la fonte; son emploi rendrait possible l'exploitation commerciale de procédés chimiques bien connus que l'on a dû jusqu'ici négliger par suite des difficultés pour obtenir une matière suffisamment réfractaire à la corrosion. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### La radiotélégraphie au service de la sismologie.

Suivant la *Zeitschrift fur Schwachstromtechnik*, les observatoires sismologiques allemands vont installer dans leurs locaux, des récepteurs destinés à recueillir le signal de midi lancé chaque jour par la grande station radiotélégraphique de Norddeich. Les ondes électriques de cette station franchissant l'espace à la vitesse de la lumière, tous les postes sismologiques d'Allemagne pourront recevoir à peu près simultanément l'indication de l'heure exacte de midi, — ce qui est impossible au moyen de la transmission télégraphique ou téléphonique par fil. Cette dernière est en effet exposée, malgré toutes les précautions réalisables, à des quantités d'erreurs pouvant se chiffrer par plusieurs secondes, d'où des retards inadmissibles quand il s'agit de recherches scientifiques.

## Bibliographie

**Les moteurs Diesel**, type fixe et type marine, par A.-P. Chalkley, B. Sc. (Londres), A. M. Inst. C. E., A. I. E. E., avec une introduction par le Dr Rudolf Diesel, traduit de l'anglais par Ch. Lordier, ingén. civil des mines. Un volume, format 25 × 16 cm, de xvi-250 pages, avec 82 figures. Prix : 12 fr. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

L'intérêt que le moteur Diesel a suscité depuis deux ans est remarquable par son caractère de spontanéité et de généralité. Les questions soulevées sont plutôt d'ordre commercial que technique. C'est ce que M. Chalkley a eu en vue en traitant ce sujet; il s'est efforcé de rendre ce livre pratique pour tous ceux qui, pour des raisons très différentes, ressentent la nécessité de se familiariser avec le moteur Diesel et c'est avec intention que certaines notions élémentaires y ont été traitées pour venir en aide au lecteur non technicien. Jusqu'ici on n'a publié aucun livre uniquement consacré à ce type de moteur et il est inutile de dire que l'importance qu'il a prise depuis que'que temps est plus que suffisante pour justifier pareille entreprise.

En matière scientifique, il est quelquefois possible, avec beaucoup d'attention, de se faire une opinion à peu près exacte quant à l'avenir réservé à certaines questions. L'adoption générale des moteurs Diesel sur terre est un fait acquis et comme il existe déjà environ 300 navires actionnés par ces moteurs, on peut prédire en toute sécurité qu'ils obtiendront un très grand succès, étant donné surtout que l'on touche presque à la fin de la période d'essais, si désirable en pareille matière. Même en admettant que les espérances du début n'aient été que partiellement réalisées, l'introduction du moteur Diesel sur le marché aura peut-être plus d'importance qu'aucune autre invention récente touchant la science de l'ingénieur.

On étudie successivement dans cet ouvrage : la théorie des moteurs thermiques; le fonctionnement, la conduite, la construction, l'installation, la marche, l'essai et l'avenir des moteurs Diesel.

Dans la traduction que M. Lordier donne du remarquable travail de M. A.-P. Chalkley, il a conservé intégralement le plan très clair adopté par l'auteur anglais, ainsi que sa division en paragraphes. Les notions de thermodynamique appliquée, qui forment le 1er chapitre du livre, ont été seules transformées, afin de les rendre facilement compréhensibles pour les lecteurs français.

**Elektrische Starkstromanlagen. Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb** *(Installations électriques à courants industriels. Machines, appareils, montages, fonctionnement)*, par Emile Kosack. Un volume, format 230 × 150 mm de x-287 pages, avec 259 figures. Prix, relié : 7 mark (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1912).

L'ouvrage ci-dessus est un livre d'enseignement destiné aux élèves des écoles techniques et aux étudiants autodidactes. L'auteur, professeur supérieur attaché aux écoles de construction de machines de Magdebourg, s'est appliqué à y présenter un tableau d'ensemble, à la fois concis et aussi complet que possible, des branches les plus importantes de la technique des courants industriels. Il s'est abstenu de reproduire des images d'ensemble des machines et des appareils par lui étudiés, en multipliant par contre les schémas explicatifs. Il a partagé son traité en quinze chapitres portant les titres suivants : 1. Modes de production, lois et effets du courant électrique; 2. Appareils et méthodes de mesure; 3. Générateurs de courant continu; 4. Moteurs à courant continu; 5. Générateurs de courant alternatif; 6. Transformateurs; 7. Moteurs à courant alternatif; 8. Convertisseurs; 9. Le fonctionnement des machines électriques; 10. L'essai des machines électriques; 11. Accumulateurs; 12. Les lampes électriques; 13. Electrochimie et électrométallurgie; 14. Le réseau des canalisations; 15. Montage des stations centrales.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Régulateurs Tirrill

POUR COURANT CONTINU ET POUR COURANTS ALTERNATIFS

Dans tout réseau de distribution d'énergie électrique, une des principales conditions à réaliser pour obtenir un bon fonctionnement est de maintenir une tension constante, aussi bien en courant continu qu'en courant alternatif.

Il y a grand intérêt à ne mettre en jeu, dans un régulateur quelconque, que le minimum d'intensité de courant et, dans ses organes, le minimum d'inertie.

En ce qui concerne les dynamos à courant continu, les moyens de réglage agissant sur le circuit inducteur sont de beaucoup préférables à ceux qui agissent sur l'induit. Ces moyens de réglage deviennent plus maniables lorsqu'on utilise l'excitation indépendante, car on peut alors agir non plus sur le courant d'excitation d'une dynamo auto-excitatrice, mais bien sur le courant fourni par la dynamo servant d'excitatrice.

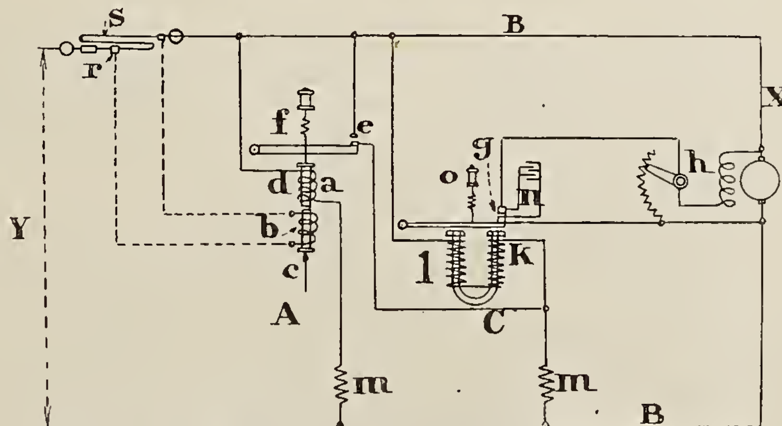



Fig. 25. — Régulateur Tirrill pour courant continu.

Pour les alternateurs, la régulation automatique de la tension peut être obtenue par les différents systèmes de compoundage direct; mais ce procédé de réglage exige l'emploi de dynamos excitatrices spéciales, comme dans les systèmes Parsons et Latour, ou bien des modifications de l'alternateur lui-même, comme dans les systèmes Heyland, Walker et Latour. Il s'ensuit que ces procédés de réglage ne sont pas applicables aux installations déjà en service. Les appareils autorégulateurs indépendants, tels que le régulateur Tirrill, présentent le grand avantage de pouvoir s'adapter aux installations existantes, sans faire subir à ces dernières de modifications appréciables.

Les régulateurs Tirrill pour courant continu et pour courants alternatifs sont fondés sur les mêmes principes essentiels, c'est-à-dire sur le réglage de l'excitation pour réduire au minimum l'intensité du courant et sur le réglage par oscillations répétées des organes de rupture, avec amplitude et durée très réduites, éliminant ainsi l'inertie électrique et son influence retardatrice.

Le réglage rhéostatique de l'excitation présente de l'inertie électrique et n'agit mécaniquement qu'avec une lenteur plus ou moins grande par suite de l'inertie mécanique. Pour supprimer ces inconvénients, les régulateurs Tirrill ont été disposés de manière à ne pas exercer une action progressive sur la résistance de réglage, mais bien pour ouvrir et fermer rapidement un circuit peu résistant, monté en dérivation sur le rhéostat, par une succession de mouvements rapides et répétés de 200 à 600 fois par minute. Dans ces conditions, ces régulateurs compensent et surcompensent toutes pertes de charge beaucoup plus rapidement que ne pourrait le faire un réglage progressif; de plus, ils compensent non seulement les variations de charge, mais ils corrigent également les effets des variations de vitesse et d'une manière générale toutes les variations influant sur la tension.

**Régulateur pour courant continu.** — Dès qu'il se produit une tendance à des variations quelconques de la tension, un *organe voltmétrique* ou *tensimétrique*, consistant en un simple enroulement d'électro en dérivation sur la machine ou sur les barres, agit pour produire la régulation.

Cet électro A (fig. 25) est très sensible et très précis et il agit immédiatement sur le rhéostat d'excitation *h* de la dynamo X; le rhéostat *h* est réglé par oscillations répétées des contacts *g* qui le mettent en court circuit de 200 à 600 fois par minute. Les interruptions successives du circuit dérivé sur ce rhéostat exigent des qualités justement opposées à celles de l'électro voltmétrique *a* et sont mieux réalisées par un relais sensible C obéissant à cet électro; ce relais n'est pas,

comme l'électro A, sensible à des variations d'alimentation, mais il est simplement soustrait ou soumis à un courant magnétisant, emprunté aux barres omnibus; il porte, soit deux enroulements antagonistes, soit un seul enroulement shunté par une dérivation qui permet de le désaimanter par un court-circuit. C'est le cas du relais C représenté sur la figure 25 qui donne le schéma des connexions d'un régulateur de tension pour dynamo à courant continu de faible puissance.

Le fonctionnement de ce régulateur est le suivant.

La manette du rhéostat d'excitation *h* reste dans une position fixe déterminée au préalable par un réglage. La résistance de ce rhéostat ne peut prendre que deux valeurs, celle qu'il a normalement lorsque les contacts *g* de la mise en court-circuit sont séparés et une valeur à peu près nulle lorsque ces contacts se touchent. Les contacts *g* sont commandés par le relais C qui reproduit les mouvements de l'électro A.

Lorsque, par exemple, une baisse de tension vient à se produire, l'intensité du courant devient plus faible dans l'enroulement principal *a* en dérivation sur les barres *B B*, par l'intermédiaire d'une résistance *m*. Dans ces conditions, le noyau *c* de l'électro ne peut maintenir au contact son armature, l'action magnétisante de l'enroulement *a* ne pouvant plus équilibrer les effets du ressort *f* et de l'enroulement *b* qui est un enroulement compensateur en série. L'armature, dans son mouvement d'ascension, ferme les contacts principaux *e*.

Le relais C répète fidèlement les mêmes mouvements, son enroulement ayant son excitation annulée par suite de la fermeture des contacts *e* et son armature, cédant alors à l'action du ressort *o*, ferme le court-circuit *g* sur le rhéostat d'excitation *h*.

L'augmentation d'intensité du courant qui résulte de cette brusque variation de résistance n'est pas évidemment proportionnée à l'effet que l'on veut obtenir, elle est en tel excès qu'il se produit en un temps excessivement court les trois quarts, puis la totalité de la correction de la tension, correction qui serait dépassée et de beaucoup si l'électro A n'intervenait pas de nouveau.

Le plus léger excès de tension suffit à provoquer le fonctionnement de l'électro A, car, en renforçant l'excitation dans l'enroulement principal *a*, l'armature obéit, les actions antagonistes de l'enroulement compensateur *b* et du ressort *f* ne suffisent plus pour maintenir l'armature éloignée, cette dernière est attirée et, par suite, le contact en *e* est interrompu.

Le relais C, commandé par l'électro A, fonctionne à son tour et les contacts *g* se séparant, le rhéostat *h* est de nouveau intercalé dans le circuit, ce qui a pour effet de faire baisser la tension.

Ces différents mouvements, dans un sens ou dans l'autre, se répétent indéfiniment, aussi souvent que se produisent des variations de tension, en plus ou en moins de la valeur normale, susceptibles d'influencer l'électro A.

L'enroulement en série *b* de l'électro A est appelé *compensateur* parce qu'il représente des ampères-tours proportionnels à ceux que donnerait un enroulement-série monté sur la ligne ou sur un feeder pour en compenser les pertes de charge et régler la tension au centre de distribution éloigné où aboutit la ligne ou le feeder. De même que pour les ampèremètres à shunt, on intercale sur la ligne une résistance S, aux bornes de laquelle est branché l'enroulement *b*; une des bornes est constituée par un curseur mobile *r* qui permet de donner aux ampères-tours de l'enroulement *b*, la valeur nécessaire. On peut ainsi compenser facilement des pertes de charge allant jusqu'à 15 o/o.

On obtiendrait le même résultat, sans munir l'électro A d'enroulements différentiels, en établissant des fils-pilotes reliant le centre de distribution éloigné à l'électro A qui, alors, aboutissant à la bobine *a*, rendraient inutile la bobine *b*. Le seul enroulement *a* réglerait la tension au poste éloigné comme il le fait pour l'usine; les fils pilotes remplaceraient les connexions *m* allant des barres omnibus à l'enroulement *a*. Naturellement, l'électro A devrait alors être réglé à nouveau.

Le régulateur Tirrill pour courant continu a reçu de nombreuses applications parce qu'il permet de compenser toutes le variations qui ont, avec celles de la tension, un rapport de cause à effet quelconque. Non seulement le principe de l'action de ce régulateur le soustrait à l'influence des variations de vitesse que le compoundage ne saurait empêcher, mais encore il corrige l'effet de ces variations de vitesse sur la tension en ramenant cette dernière à sa valeur normale, que la baisse de tension soit produite par la réaction d'induit ou par les pertes de charge de toute nature.

La vitesse des moteurs alimentés sous tension variable peut également être réglée par l'appareil Tirrill. Lorsqu'un tel moteur commande une dynamo génératrice, le même appareil règle la tension de la dynamo, alors même que les pertes de charge viennent s'ajouter aux variations de vitesse.

Enfin, le régulateur Tirrill se prête aisément à l'équilibrage des ponts d'un système à trois fils ainsi qu'au réglage des réseaux de distribution alimentant en même temps l'éclairage et des moteurs.

**Régulateurs pour courants alternatifs.** — Les régulateurs pour courants alternatifs sont fondés sur le même principe que ceux pour courant continu. La figure 26 représente les connexions du régulateur pour alternateur triphasé. Aux bornes de l'excitatrice E est branché le circuit de l'inducteur de l'alternateur G, comportant le rhéostat d'excitation R.

Le réglage est obtenu par la variation de la tension aux bornes de l'excitatrice E et l'on ne modifie pas la résistance intercalée dans le circuit de l'alternateur G. L'excitatrice ne peut pas être utilisée pour l'éclairage par suite des variations incessantes de la tension à ses bornes; mais, par contre, on assure la régularité de la tension aux bornes des récepteurs.

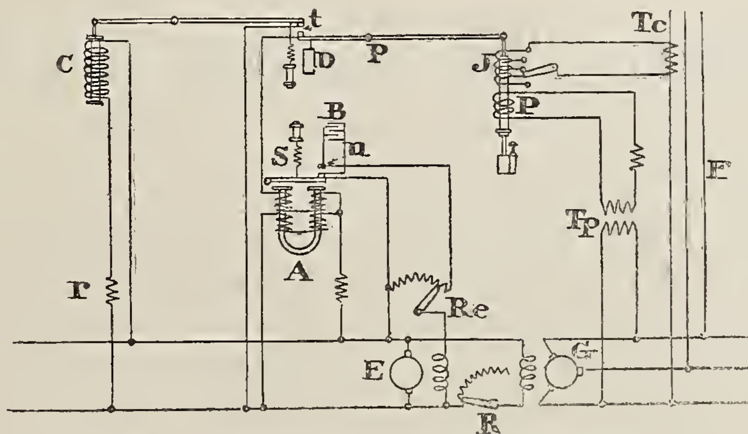


Fig. 26. — Régulateur Tirrill pour courants alternatifs.

L'excitatrice se trouve dans le même cas que la dynamo de la figure 25, en ce qui concerne la dérivation de réglage prise sur son rhéostat d'excitation R *e*. C'est aussi sur les barres omnibus de l'excitatrice qu'est emprunté le courant nécessaire pour actionner le relais A, commandé par les contacts principaux *t*. Ce relais comporte deux enroulements identiques mais produisant des flux qui s'annulent, au lieu d'un seul enroulement shunté par une dérivation qui permet de supprimer son aimantation par court-circuit. L'armature de ce relais différentiel est munie d'un ressort antagoniste S et porte, sur son extrémité de droite, un contact placé en regard d'un autre contact *n* relié à l'extrémité du rhéostat d'excitation R *e* de la dynamo excitatrice. Lorsque ces deux contacts se touchent, le rhéostat est mis en court-circuit et le courant de l'excitatrice passe directement dans ses bobines inductriees. Le condensateur B, dont les armatures sont reliées respectivement aux deux contacts, sert à supprimer les étincelles de rupture.

Un circuit dérivé sur les barres de l'excitatrice alimente un électro de commande C, dont le noyau mobile est suspendu à l'extrémité d'un levier portant l'un des contacts principaux *t*. Un second levier P porte l'autre contact principal *t* et, à son extrémité de droite, le noyau mobile de l'électro principal de commande J P, noyau équilibré en partie par le contre-poids D. La disposition de ces deux leviers de commande réalise un véritable asservissement, car il fait participer à la commande de régulation l'excitatrice elle-même par l'intermédiaire du solénoïde C, ne comportant qu'un seul enroulement, branché sur les barres de l'excitatrice avec la résistance *r* intercalée sur ce circuit.

L'électro principal de commande J P, à courant alternatif, porte deux enroulements. L'un J, dit enroulement d'ampères, est parcouru par le courant du secondaire d'un transformateur T *c*, dont le primaire est alimenté en série par l'un des conducteurs de départ de la ligne triphasée, L'action du courant dans cet enroulement a pour effet d'attirer le noyau mobile de l'électro principal, lorsque l'intensité du courant dans la ligne augmente; un commutateur permet d'insérer plus ou moins de spires dans le circuit lors du réglage de l'appareil. L'enroulement P, dit enroulement de potentiel, est alimenté par le secondaire d'un transformateur T *p*, dont le primaire est relié à l'une des phases. Le courant passant dans cet enroulement P tend à soulever le noyau mobile. Plus la tension est élevée aux bornes de l'alternateur, plus grande est l'intensité du courant dans cet enroulement.

Le fonctionnement du régulateur Tirrill est facile à comprendre. Soit, par exemple, un alternateur fournissant au réseau de distribution, à un moment donné, 100 ampères sous 2000 volts, avec un facteur de puissance égal à 1. La charge venant à augmenter, l'intensité atteint 150 ampères; dans ces conditions, la tension aux bornes de l'alternateur tend à baisser et l'intensité du courant dans l'enroulement P diminue; par suite, le noyau mobile est soulevé avec une force moindre par l'action de cet enroulement; d'autre part, l'intensité du courant augmente aussi dans l'enroulement J comme sur la ligne et son action sur le noyau mobile tend à l'abaisser. Les deux contacts principaux *t* se touchant, les deux enrou-

lements du relais différentiel A sont parcourus par le même courant et comme ils produisent des flux opposés qui s'annulent, l'action du ressort S l'emporte, les contacts en *n* se touchent et le rhéostat R *e* est mis en court-circuit. Il en résulte une augmentation de l'excitation dans l'alternateur dont la tension se relève. Cette tension plus élevée dans le circuit d'excitation produit l'abaissement du noyau plongeur de l'électro de commande C et l'écartement des contacts principaux *t*.

De même, la tension plus élevée dans l'enroulement P fait remonter son noyau et accentue la rupture des contacts principaux qui entraîne la rupture des contacts *n* et la mise de nouveau en circuit du rhéostat R *e*. Il s'ensuit que la tension aux bornes de l'excitatrice va tendre de nouveau à baisser et le noyau de l'électro C étant moins attiré vers le bas, le contre poids du levier qui le porte, l'entraîne et les contacts principaux *t* se touchent de nouveau.

Ces mouvements se reproduisent, comme on l'a déjà dit, plusieurs centaines de fois par minute et les leviers de contact de l'excitatrice et de l'alternateur, qui sont formés de lames légères, sont en état continuel de vibration. Le réglage s'effectue avec le minimum de déplacement et le maximum de vitesse, conditions qui ne peuvent être réalisées par les systèmes de régulateur fondés sur un autre principe.

Le régulateur Tirrill permet de compenser une perte de charge allant jusqu'à 8 0/0, ce qui est suffisant dans la plupart des installations (1).

J.-A. MONTPELLIER.

(1) Constructeur : C[ie] française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, 10, rue de Londres à Paris.

# Nouvelle méthode d'essai des câbles à haute tension.

Dans une communication faite à la Société internationale des électriciens, M. André Léauté a fait connaître le résultat de ses recherches sur les meilleurs procédés à employer pour l'essai, après pose, des câbles à haute tension.

L'essai au moyen d'un simple transformateur soulève de nombreuses difficultés dès que la tension de la ligne dépasse 10 000 volts et que la longueur de la section à essayer est supérieure à 1 ou 2 kilomètres, car les dimensions d'un transformateur approprié deviennent considérables et l'appareil n'est plus transportable. De plus, un transformateur établi pour effectuer des essais à 10 000 volts, par exemple, ne saurait convenir ou convient mal pour l'essai de canalisations où la tension est différente.

Les difficultés inhérentes à l'emploi d'un simple transformateur empêchent souvent de pratiquer les essais après la pose du câble. C'est fort regrettable, car ces essais seuls permettent de s'assurer que les opérations de pose du câble et de remplissage des boîtes ont été soigneusement faites.

Deux méthodes d'essai, fort ingénieuses l'une et l'autre, ont été imaginées l'une par M. Delon, l'autre par M. Picou. La méthode de M. Delon a seule été appliquée jusqu'ici et on en trouvera la description dans l'*Electricien* (1908, tome XXXVI, page 97).

Ces deux méthodes admettent que le câble soit essayé sous tension continue. On comprend que la puissance à fournir est ainsi considérablement diminuée, puisqu'on ne charge le câble qu'une seule fois au lieu de le charger à chaque alternance; mais, d'autre part, on ne pourra utiliser le résultat de l'essai ainsi conduit qu'autant qu'on connaîtra le rapport qui existe entre la tension de claquage en courant alternatif et la tension de claquage en continu. Or, on est bien loin de cela. Les nombreuses expériences qui ont été faites pour élucider ce point capital et en particulier celles qui ont été instituées récemment sur l'initiative de la Société française des câbles électriques, propriétaire du procédé Delon, n'ont donné que des résultats irréguliers desquels il est impossible de tirer des conclusions précises. Ce que l'on constate avec certitude, c'est que, si l'on rectifie les moyennes en essayant d'éliminer les chiffres trop discordants, la valeur à laquelle on est conduit pour le rapport des tensions de claquage en alternatif et en continu dépend de plusieurs facteurs, entre autres de la nature du diélectrique, de son épaisseur, de la fréquence du réseau, etc. Il faut donc convenir qu'il n'est pas possible, à l'heure actuelle, d'évaluer, même d'une façon approximative, à quelle tension doit se faire en continu l'essai après pose d'un câble destiné à être exploité en alternatif. Si l'on choisit un chiffre trop fort, c'est le fabricant qui sera

lésé; si l'on adopte un chiffre trop faible, c'est l'exploitant qui sera mal garanti.

La nouvelle méthode de M. André Léauté, qui évite la difficulté précédente, répond donc à un besoin réel de l'industrie électrique : elle permet, en effet, d'essayer les câbles en courant alternatif à la fréquence du réseau, c'est-à-dire dans les conditions mêmes où ils seront utilisés. Le principe est d'interposer entre une source à potentiel constant et le câble une bobine de self-induction permettant de faire résonner le câble à la fréquence fondamentale de la ligne.

Les considérations développées par M. André Léauté, dans sa communication à la Société internationale des Electriciens, sont les suivantes.

Fig. 27.

Soit $U$ la tension existant entre deux points A et B du réseau (fig. 27), tension supposée indépendante du courant débité, courant de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$. On assimile le câble à un condensateur dont les armatures sont figurées en C et D, armatures reliées aux points A et B par un circuit présentant une self-induction $L$ et une résistance $R$. On sait que la différence de potentiel $U'$, entre les deux points C et D, est donnée par l'expression

$$U' = U \frac{1}{C\omega} \frac{1}{\sqrt{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2 + R^2}}$$

Cette différence de potentiel $U'$ devient maximum quand $LC\omega^2 = 1$; on dit alors qu'il y a résonance et la valeur correspondante de $U'$ est

$$U \frac{L\omega}{R}.$$

Par conséquent, pour réaliser aux bornes du condensateur une différence de potentiel double de celle existant entre A et B, il suffit de prendre le facteur $\frac{L\omega}{R}$, appelé *facteur de résonance*, égal à 2.

Bien que ce calcul ne soit qu'approximatif, car il suppose $L$ et $R$ indépendants de l'intensité du courant débité, il permet de se faire approximativement une idée de la grandeur de la bobine de self-induction à employer pour obtenir une tension double. En effet, si $n$ est le nombre des spires de cette bobine, $\Phi$ le flux dans son noyau quand elle est parcourue par un courant d'intensité $I$, on a pour son coefficient de self-induction $L = \frac{n\Phi}{I}$. Comme, d'autre part, on a $L = \frac{1}{C\omega^2}$, on en déduit $n = \frac{I}{\Phi} \frac{1}{C\omega^2}$.

Si maintenant on considère un transformateur dont le noyau présente un flux $\Phi$, la différence de potentiel entre ses bornes secondaires sera la différence géométrique de la force électromotrice induite et de la chute des tensions ohmiques; donc

$$U^2 = n^2\omega^2\Phi^2 - R^2 I^2,$$

et, par suite,

$$U < n\omega\Phi.$$

Comme, d'autre part, le courant de charge $I$ obéit à la relation $U = \frac{1}{C\omega} I$, on en déduit

$$n > \frac{I}{\Phi} \frac{1}{C\omega^2}.$$

Le nombre des spires secondaires du transformateur doit donc être plus grand, à égalité de flux, que le nombre des spires de la bobine de self-induction. Cette conclusion sera vraie *a fortiori* si le flux $\Phi$ est plus faible dans le transformateur que dans la bobine, ce qui se produit en général, car les transformateurs ne travaillent pas à pleine saturation magnétique. Si, en outre, on tient compte du primaire du transformateur, on conçoit qu'une bobine de self-induction soit moins encombrante qu'un transformateur.

M. André Léauté a pu ainsi obtenir le double de la tension normale avec un appareil moins encombrant que ne le serait, toutes choses égales d'ailleurs, un transformateur.

Cet appareil (fig. 28) comporte deux bobines

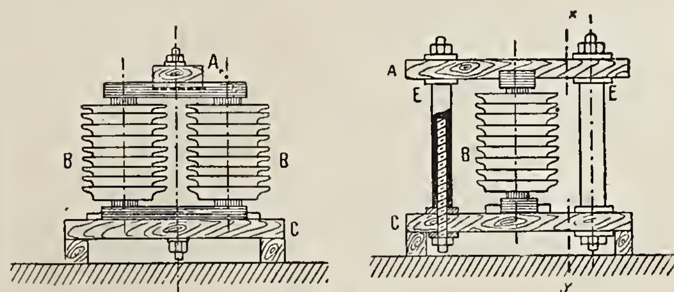


Fig. 28.

dont le noyau magnétique fermé se compose de quatre pièces, dont deux sont verticales et cylindriques, tandis que les deux autres sont horizontales et parallélipipédiques. Les deux noyaux verticaux ont 9 cm de diamètre et 557 cm de hauteur; ils sont formés de fils de fer émaillés et pèsent chacun 40 kg. Les deux noyaux horizon-

taux ont une section de 10 cm × 10 cm et 81 cm de longueur; ils sont formés de tôles isolées les unes des autres et pèsent 55 kg chacun. Ces quatre pièces peuvent être transportées séparément sans difficulté.

Chaque noyau vertical reçoit 10 galettes en ébonite, ayant un diamètre extérieur de 60 cm et portant chacune un enroulement de 500 couches; chaque couche ne comporte qu'une spire et est isolée de celles qui lui sont contiguës par des languettes de mica collées à la gomme laque. Le conducteur est constitué par du clinquant de 4 mm de largeur et de 0,1 mm d'épaisseur, forme qui rend plus facile la construction des galettes, évite les pertes de place et donne surtout une

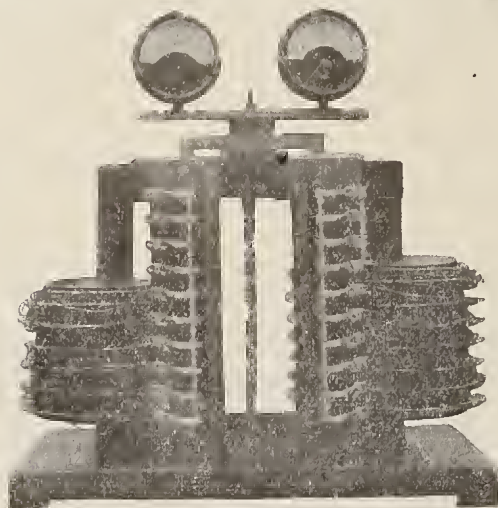


Fig. 29.

surface de refroidissement considérable permettant d'utiliser une densité de courant élevée.

La figure 29 représente une de ces bobines de self-induction d'une puissance de 0 à 50 kw.

Dans ce nouveau modèle, la bobine de self est munie d'un appareil de réglage permettant de faire varier la self-induction et de déterminer les points de résonance sans avoir à manœuvrer aucun interrupteur. Elle porte tous les instruments de mesure nécessaires, de sorte que, pour effectuer un essai, il suffira d'amener à quatre bornes, d'une part, les deux conducteurs allant à la canalisation et, d'autre part, les deux conducteurs allant au câble à essayer.

Les principaux avantages de cette nouvelle méthode, en outre de l'avantage fondamental qui consiste à essayer le câble sous une tension alternative, sont les suivants :

1° *Facilité de l'essai des conducteurs par rapport au plomb.* — En effet, avec un transformateur on ne peut effectuer cet essai qu'en mettant à la terre une des extrémités du secondaire; par suite de phénomènes de capacité, l'extrémité correspondante du primaire a une grande tendance à se mettre elle-même à la terre, ce qui est un gros inconvénient, puisque cette extrémité est réunie à l'une des phases du réseau. Avec la bobine de self-induction, on peut éviter totalement cette difficulté par une juste répartition du nombre de galettes sur chacun des fils d'aller et de retour.

2° *En cas de claquage du câble, protection du réseau contre toute tension ou surintensité* grâce à la bobine elle-même dont l'énorme self-induction empêche toute propagation des oscillations de grande fréquence.

3° *En cas de claquage du câble, réduction automatique du courant et abaissement de la tension* qui redevient voisine de la tension normale du réseau. Cet effet résulte de ce que le claquage, en supprimant une partie de la capacité, détruit la résonance primitivement réalisée, le courant, tout en restant suffisant pour brûler le défaut, ne peut pas prendre une valeur assez grande pour détériorer les parties intactes du câble.

*Expériences faites.* — Les premiers essais ont été effectués au laboratoire de la Société industrielle des téléphones sur des câbles du type 4 × 25, 12 300 volts, enroulés sur bobines; les tronçons avaient des longueurs de 250, 500, 750, 1000 et 1500 m. Les expériences ont été exécutées avec des tensions d'alimentation de 6000, 8000, 10 000 et 12 000 volts. Dans tous les cas, on a pu réaliser le double de la tension normale; les quatre conducteurs étaient essayés par rapport au plomb.

La seconde série d'essais a été réalisée sur un câble de la Compagnie parisienne de distribution d'électricité; ce câble avait une longueur de 2800 m et reliait le centre de couplage de Doudeauville au poste de transformation des abattoirs; il était du type 4 × 25 pour 12 500 volts.

On a essayé un conducteur vis-à-vis des trois autres et l'on a obtenu une tension de 23 000 volts aux bornes du câble pour une tension d'alimentation de 11 800 volts (1).

(1) D'après une notice de M. T. Pausert. — Constructeur : la Société industrielle des téléphones, 25, rue du Quatre-Septembre, Paris.

# Règles adoptées aux Etats-Unis pour les soins à donner

## AUX PERSONNES ATTEINTES D'UN CHOC ÉLECTRIQUE

Aux Etats-Unis, il a été organisé une commission chargée de fixer des règles précises relativement aux soins à donner aux personnes atteintes d'un choc électrique. Cette commission, qui comprend des délégués de l'Association médicale américaine, de l'Association nationale de l'éclairage électrique et de l'Institut américain des ingénieurs-électriciens, a arrêté provisoirement le règlement ci-après, qui est conçu comme il suit :

### Traitement contre les chocs électriques.

Un choc électrique accidentel ne tue pas ordinairement du premier coup, il peut seulement étourdir la victime et arrêter pour un certain temps sa respiration. Il y a des chances qu'un choc ne soit pas immédiatement fatal, car :

*a*) Les conducteurs peuvent établir seulement un contact peu prolongé et imparfait avec le corps;

*b*) La peau, sauf si elle est humide, offre au courant une résistance élevée.

On peut espérer ramener la victime à la vie grâce à un emploi prompt et continu de la respiration artificielle. Les motifs autorisant cet espoir sont les suivants :

*a*) La préservation de l'organisme exige un échange continuel d'air, ainsi que nous le montre ce fait que nous devons inspirer et expirer environ quinze fois par minute;

*b*) Si le corps n'est pas ainsi réitérément alimenté d'air, la suffocation survient;

*c*) Les personnes dont la respiration se trouve arrêtée par un choc électrique, ont été ramenées à la vie, dans certains cas, après que l'on a eu pratiqué sur elles la respiration artificielle pendant une heure ou plus.

La méthode de respiration artificielle, dite de Schäfer, ou « par pression sur le patient couché la face contre terre » se trouve représentée et décrite, avec quelques légères modifications, dans les règles ci-après. Cette méthode offre les avantages suivants :

*a*) Facilité d'exécution; de faibles efforts musculaires suffisent;

*b*) Une plus grande ventilation des poumons que par la méthode dans laquelle le patient est couché sur le dos;

*c*) Simplicité; l'opérateur ne fait pas de mouvements complexes, et il apprend facilement la manœuvre au premier essai;

*d*) Aucun trouble résultant de la chute de la langue dans le passage de l'air;

*e*) Aucun risque de lésion du foie ou des côtes, si la méthode est appliquée avec les précautions convenables.

On obtiendra les meilleurs résultats avec un opérateur ayant étudié les règles et les ayant mises en pratique sur un sujet volontaire.

### Instructions pour les soins à donner.

*(Suivre ces instructions, même si la victime semble morte.)*

I. — Interrompre le circuit immédiatement.

1. D'un seul mouvement rapide, séparer la victime du conducteur portant le courant. En ce faisant, éviter de recevoir soi-même un choc. De nombreuses personnes, par suite de leur négligence, ont été elles-mêmes atteintes en essayant d'éloigner des conducteurs chargés de courant les victimes d'un choc électrique.

*Observer les précautions suivantes :*

*a)* Employer un vêtement sec, une corde sèche, un bâton ou un morceau de bois sec ou quelque autre *corps sec non conducteur* pour déplacer soit la victime, soit le fil, de manière à interrompre le contact électrique. Se garder d'employer un corps métallique ou quelque substance humide. On peut saisir une pièce flottante du vêtement de la victime pour tirer cette dernière loin du fil, si la pièce en question est sèche; mais se garder de toucher les semelles ou les talons des chaussures de la victime tant que cette dernière demeure en contact avec le conducteur, — les clous sont dangereux.

*b*) S'il faut toucher le corps de la victime avec les mains, avoir bien soin de recouvrir au préalable ces dernières avec des gants en caoutchouc, en mackintosh ou avec une feuille de caoutchouc ou avec une pièce sèche de vêtement; ou encore se tenir sur une planche sèche ou sur quelque autre surface isolante sèche. Autant que possible, ne faire usage que *d'une seule* main.

Si la victime conduit le courant à la terre et si elle serre convulsivement le fil, il pourra être plus facile de supprimer le courant en la soulevant en l'air, au lieu de la laisser sur le sol et d'essayer de lui faire lâcher prise.

2. Ouvrir le commutateur le plus proche, si c'est là le moyen le plus rapide d'interrompre le circuit.

3. S'il est nécessaire de couper un fil chargé de courant, employer une hache ou une hachette avec un manche en bois sec, ou encore des pinces convenablement isolées.

II. Envoyer chercher le médecin le plus proche.

On doit envoyer chercher le médecin le plus proche sans un moment de retard, aussitôt que l'accident se produit, et pendant que l'on éloigne la victime du fil conducteur.

II. Faire immédiatement respirer la victime.

1. Dès que la victime a été éloignée du fil chargé de courant, lui explorer immédiatement avec le doigt la bouche et la gorge et retirer tout corps étranger (tabac, fausses dents, etc.). *Puis commencer immédiatement la respiration artificielle.* Ne pas s'attarder à détacher les vêtements du patient; *tout instant de retard est grave.*

2. Coucher le sujet sur le ventre en allongeant les bras aussi droit que possible et en tournant la figure de côté, en sorte que le nez et la bouche demeurent libres pour la respiration (voir fig. 30). Faire tirer en avant, par un aide, la langue du sujet.



Fig. 30. — Inspiration (Pression supprimée).

Autant que possible, éviter de coucher le sujet de manière que quelques parties brûlées de son corps se trouvent comprimées.

Ne pas laisser les assistants se grouper autour du sujet et empêcher l'accès d'air frais.

3. S'agenouiller en tenant entre les jambes les cuisses du sujet et en faisant face à sa tête; appuyer les paumes des mains sur ses lombes (sur les muscles de la chute des reins), avec les pouces se touchant presque et avec les doigts écartés sur les côtes les plus basses (voir fig. 30).

4. Avec les bras tendus, se pencher lentement en avant de manière que le poids du corps de l'opérateur soit amené graduellement à peser sur le sujet (voir fig. 31). Cette opération, d'une durée de deux à trois secondes, *ne doit pas être violente*, autrement les organes intérieurs pourraient être endommagés. La partie inférieure de la poitrine et, en outre, l'abdomen se trouvent ainsi comprimés et l'air est expulsé des poumons.

Alors se pencher *immédiatement* en arrière en sorte de supprimer la pression, mais laisser les mains en place, en revenant ainsi à la position qu'indique la figure 30. Grâce à leur élasticité, les parois de la poitrine rejaillissent et se trouvent ainsi alimentées d'air frais.



Fig. 31. — Expiration (Pression appliquée).

5. Au bout de deux secondes, se pencher de nouveau en avant. Répéter ainsi avec circonspection, douze à quinze fois par minute, le double mouvement de compression et de libération, ce qui donne une respiration complète en quatre ou cinq secondes. Si l'opérateur n'a pas devant lui une montre ou une horloge, il doit suivre l'allure naturelle de sa propre respiration, se penchant en avant à chaque expiration et revenant en arrière à chaque inspiration.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### La douche électrique d'air chaud.

La douche d'air chaud a trouvé, en ces derniers temps, un emploi très étendu pour le traitement des dartres, des furoncles, des abcès aux jambes, des eczémas etc. On peut utiliser, afin d'obtenir cette douche, l'alcool et le gaz. Mais la douche électrique d'air chaud, assure l'*Elektrotechnische Anzeiger*, est bien supérieure aux autres en raison de la simplicité avec laquelle on l'obtient et de l'intensité du courant d'air qu'elle lance. La même douche électrique donne, en outre, de bons résultats pour le séchage des cheveux, le séchage rapide des plaques photographiques, des petites pièces de linge, pour le bassinage des lits, en un mot partout où on veut obtenir promptement des résultats pratiques. L'emploi d'une douche électrique d'air chaud, ajoute l'*Electrotechnische Anzeiger*, est extraordinairement simple. Quand l'appareil se trouve relié à une boîte de prise de courant, il suffit de faire tourner le commutateur pour mettre en mouvement un petit ventilateur qui lance le jet d'air par l'ouverture tubulaire. Suivant les besoins, on peut obtenir à discrétion de l'air froid ou de l'air chaud; il suffit, si on veut avoir de l'air chaud, de tourner davantage le commutateur : on fait ainsi entrer en activité une spirale de chauffage logée dans le tube de prolongement de l'appareil, spirale sur laquelle l'air passe et

s'échauffe. De petits appareils de bonne qualité, donnant des douches électriques d'air chaud et pouvant répondre à tous les besoins domestiques, se vendent en Allemagne au prix de 50 fr environ. Le même appareil peut s'employer durant la saison chaude comme ventilateur. La consommation de courant est faible.

Nous regrettons que l'*Elektrotechnische Anzeiger* ne fasse pas suivre les explications ci-dessus d'indications précises sur les maisons allemandes de construction qui ont jusqu'ici mis sur le marché les appareils de douches électriques d'air chaud. — G.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Entretien d'une distribution d'électricité

Au récent Congrès des Ingénieurs électriciens municipaux, qui s'est tenu en Angleterre, une intéressante discussion sur les moyens d'assurer la continuité d'une distribution d'énergie a été soulevée et présentée par M. Frank Ayrton, ingénieur électricien d'Ipswich. Il fait remarquer que faibles doivent être les charges d'une entreprise municipale d'électricité et que des développements ne doivent pas être admis là où la continuité ne peut être assurée. Une ou plusieurs chaudières doivent être gardées en réserve pour la « pointe » qui peut survenir en cas d'orage, de brouillard ou de temps sombre; elles doivent être prêtes à rapidement donner leur secours au matériel générateur de service.

A Ipswich, où de puissantes chaudières marines sont installées, on a constaté qu'une chaudière mise en réserve hors de la batterie, à 9 ou 10 heures du soir, n'indiquait seulement qu'une pression de 5,6 kg par cm$^2$, l'après-midi suivante quand venait l'heure d'un nouveau démarrage. Il fallait alors près de 2 heures avant que la pression puisse atteindre la valeur nécessaire. Des expériences ont montré qu'en ajustant le registre de la cheminée de telle façon qu'il soit pratiquement étanche à l'air, la chute de pression est réduite à 10 0/0 pendant les heures de mise hors batterie. Dans ces conditions, la simple ouverture du registre et le piquage des feux suffisent pour amener en 20 minutes la chaudière sous pression normale. Non seulement il y a économie de temps, mais aussi une économie appréciable de combustible. C'est pourquoi toutes les chaudières à Ipswich ont été munies de nouveaux registres à glissière. M. Ayrton préconise l'emploi de signaux lumineux dans les stations génératrices à turbines pour envoyer les ordres du tableau de distribution aux turbines; cela prévient les malentendus et erreurs dans les ordres. De même des dispositifs analogues doivent être adoptés pour correspondre entre la salle des machines et la chaufferie. Puis l'auteur mentionne quelques points faibles à surveiller, les graisseurs à protéger contre la poussière, etc.; enfin, il déclare que chaque partie du matériel devrait être surveillé et inspecté de très près périodiquement par les ingénieurs et les surveillants du tableau qui, se partageant ainsi le matériel en sections déterminées, seraient responsables du bon fonctionnement de chacune de ces sections. Ces inspections devraient être au moins hebdomadaires avec rapports imprimés. Relativement à la mise à la terre du point central des génératrices reliées en étoile sur des réseaux à courants triphasés, M. Ayrton dit qu'on obtient un meilleur service en ne mettant pas à la terre ce point neutre quand on travaille à des tensions de 6600 volts. Au-dessus de cette tension, le prix de l'isolement des câbles pour supporter la pleine tension de la ligne (tension entre phases) entre les conducteurs et la terre devient trop dispendieux, de telle sorte qu'il est préférable de supprimer cette mise à la terre. Il existe d'ailleurs plusieurs réseaux à 6000 volts sans mise à la terre du point central et on n'en a retiré que des avantages. La majorité des interruptions dans une distribution provient du réseau, point faible de l'installation. M. Ayrton est d'avis que les feeders devraient être disposés au moyen d'interrupteurs automatiques à temps différé, de manière à se libérer eux-mêmes des barres omnibus, dans le cas de sérieux défauts. Les fusibles devraient être montés sur des piliers; autrement, ils sont une source de dangers.

L'emploi croissant des lampes à filament métallique pour l'éclairage des rues rend nécessaire l'étude des effets que ces innombrables petits fils de service peuvent avoir sur les circuits principaux en augmentant le risque et le nombre des défauts. Ces défauts se produisent le plus souvent au pied des réverbères ou points de jonction, sans compter toutes les interruptions qui surviennent du fait des réparations et remplacements des lampes. M. Ayrton trouve absurde d'être obligé de mettre hors circuit un conducteur principal, chaque fois que l'on procède à une réparation dans un réverbère; c'est pourquoi il convient de monter des fusibles appropriés dans la boîte de service. Il a employé cette méthode pour l'eclairage public d'Ipswich depuis plusieurs années. Des fusibles sont également montés dans le réverbère sur les supports de la lampe et on n'a eu à noter, en trois ans, que la rupture de trois fusibles de 25 ampères dans les boîtes de service. Quant aux essais périodiques effectués sur les réseaux d'Ipswich, depuis huit ans, ils consistent à essayer chaque feeder une fois par mois et chaque circuit principal une fois par an, ce dernier travail s'effectuant pendant l'été. Il serait désirable de pouvoir vérifier les défauts de résistance des circuits d'une manière continue et sans interrompre la distribution et

M. Ayrton souhaite qu'un appareil rendant ce service puisse être obtenu.

A. B.

## ÉLECTROTHERMIE

### Les usines d'électricité et le chauffage électrique en Angleterre.

Un grand accroissement d'attention est, depuis quelque temps, accordé au développement du chauffage et de la cuisine à l'électricité par les ingénieurs et les administrateurs des stations anglaises et on en a eu la preuve au Congrès de l'Association municipale des électriciens.

Des mesures décisives ont été prises dans un grand nombre de villes pour permettre au public d'apprécier ce que l'électricité peut faire dans ce sens et en même temps pour populariser ces différents types d'appareils. A une récente exposition organisée par la Coal Smoke Abatemens Society à Londres, une section d'électricité montrait aux visiteurs les procédés les plus variés de chauffage et de cuisine et tout un ensemble d'appareils électriques cuisaient des mets qui étaient servis dans un restaurant. Le succès obtenu par cette exposition démontre l'intérêt que prend le public à ces sortes d'expériences. Depuis, une autre cuisine électrique a été organisée dans le quartier de Marylebone adjointe à un grand restaurant et à laquelle plusieurs maisons importantes ont prêté de nombreux appareils pour quatre ou cinq mois.

Enfin, la question a été étudiée de divers côtés et entre autres à l'Institution des ingénieurs électriciens, au point de vue des rapports entre constructeurs, stations génératrices et vendeurs d'appareils et sur les causes qui ont pu empêcher un rapide développement de ces applications domestiques.

Si nous examinons les études qu'ont présentées à ce sujet les ingénieurs des municipalités, nous remarquons d'abord deux travaux, celui de M. Long, l'ingénieur électricien de Norwich, sur « la charge de chauffage et de cuisine au point de vue de la distribution » et l'autre de M. Holmes, de Marylebone sur les appareils de cuisine électriques.

M. Holmes affirme que, lorsque la cuisine électrique est convenablement installée, la consommation sera au moins égale à celle des demandes pour l'éclairage et la force motrice. Si dans chaque maison qui emploie actuellement l'éclairage électrique on adoptait la cuisine électrique, la consommation par maison augmenterait au moins de 400 0/0, de telle sorte qu'une entreprise qui distribuerait 5 millions d'unités par an pour l'éclairage domestique, verrait sa production annuelle atteindre 25 millions. M. Holmes montre que là réside le moyen de réduire les frais d'exploitation et les charges du capital engagé; puis il parle de l'ensemble de la question au point de vue de la distribution dont le directeur doit indiquer à l'abonné les appareils qu'il peut employer et auquel il peut soit les louer, soit les vendre. Ce n'est pas un problème très simple de savoir quelle sorte d'appareils acheter, quelle puissance et la méthode pratique de les essayer. M. Holmes déclare qu'il faut d'abord connaître la moyenne du personnel de la maison pour employer tel ou tel matériel. Si ce personnel se compose de 7 personnes, y compris les domestiques, il faut un matériel suffisamment puissant pour desservir seize personnes en moyenne, car il peut y avoir des invités. M. Holmes entre alors dans les détails, examine l'essai des appareils, puis le tableau de commande et ses commutateurs, fusibles, indicateurs et connexions. Il cite le prix d'achat des appareils et celui de location; il dit que la durée des appareils devrait être d'au moins dix ans et, pendant ce temps, les éléments de chauffage pourraient être renouvelés trois fois avec un nettoyage et une inspection minutieuse tous les mois. Avec des appareils coûtant 375 fr il calcule que le prix total par an, y compris la dépréciation, est de 66,25 fr, soit environ 15,60 fr par trimestre; bien que cela ne soit pas actuellement nécessaire, l'inspection des appareils loués à Marylebone s'effectue toutes les semaines. Cependant, par cette surveillance répétée, les appareils sont toujours en excellent état, les abonnés sont toujours satisfaits et l'administration est ainsi capable de se renseigner rapidement et sûrement des légers défauts qui peuvent survenir dans le fonctionnement avant que ces défauts ne deviennent sérieux, puissent être une source d'interruption et de pertes dans les affaires. La consommation d'une cuisine électrique est une de ces choses qu'on ne peut guère calculer. La seule manière d'arriver à une approximation annuelle est d'installer une cuisine en essai pendant un mois et de calculer d'après ces chiffres en tenant compte des fêtes et des réunions. Un calcul basé sur une expérience réalisée dans une maison de Marylebone montre que pour une famille de 8 personnes occupant continuellement la maison, la consommation était de 1,9 kw par jour et par personne. Ceci comprend toutes les opérations de cuisine, sauf une distribution d'eau chaude pour les bains et le lavage, fournie non électriquement. La consommation pour une maison de moyenne classe sera probablement égale à 0,5 kw par personne et par jour.

M. Holmes examine ensuite ce qu'il appelle la cuisine « commerciale », c'est-à-dire celle qui s'offre comme une affaire commerciale et représente une branche de l'industrie domestique. La cuisine commerciale constitue une charge fort précieuse pour une station centrale, car elle ne représente pas une « pointe », mais au contraire un très bon facteur de charge; et il montre, comme

preuve, les consommations de courant de différents établissements. Le grilloir électrique à radiation est très avantageux au point de vue commercial et peut être considéré comme la première étape vers l'électrification totale d'une cuisine. Le four électrique est également excellent et l'économie réalisée dans le poids de viande cuite dans ce four n'est pas seulement imaginaire, c'est une économie qui représente au moins 75 0/0 du prix du courant. Dans les grilloirs et fours, les éléments thermiques devraient être divisés en plusieurs éléments complets; un ensemble de 2000 watts au maximum devrait avoir un commutateur et un fusible et les éléments composant ces 2000 watts devraient de nouveau être subdivisés en sections de 500 watts représentés par une borne située sur la boîte du four. La consommation des fours, au point de vue, commercial ne devrait pas être inférieure à 1000 watts par pied cube (0,028 m$^3$), sinon le four serait trop lent. Il convient d'examiner périodiquement la voûte du four afin de vérifier s'il ne se produit pas des dépôts. Puis l'orateur parle brièvement des poêles à frire, des bouilloires, des étuves, etc., et il fait ensuite quelques remarques sur les appareils de cuisine.

Dans tous les appareils, les éléments thermiques devraient être divisés et subdivisés aux fusibles autant que cela est possible en pratique; les appareils doivent être mis à la terre d'une manière efficace. Les canalisations seront dans un conduit fortement vissé et les fils partant du tableau de commande et allant à l'appareil, seront renfermés dans des tubes métalliques flexibles même pour les petits appareils. Le tableau de commande ne sera pas fixé directement au-dessus des appareils, mais à côté, afin de ne pas être détérioré par les vapeurs et la chaleur. Dans ses observations dernières, M. Holmes conclut qu'il semble maintenant très clair que la cuisine peut se faire électriquement, que les appareils, convenablement choisis, sont satisfaisants et que le prix de fonctionnement étant de 0,10 fr l'unité, l'abonné a autant d'avantages qu'avec les autres procédés. Mais il reste encore beaucoup à faire pour qu'une production considérable d'énergie soit absorbée par la cuisine électrique. Le côté technique donne toute satisfaction grâce aux constructeurs, mais le côté commercial de vente est très négligé. Qui va prendre en mains ces affaires et qui en bénéficiera? Le gros appareillage appartiendra évidemment au constructeur au même titre que l'appareillage à gaz ou à vapeur. Mais le petit appareillage domestique sera-t-il vendu par les installateurs ou par la station centrale? Il semble à M. Holmes que c'est la station de distribution qui doit se charger de la vente de ces appareils et de leur installation puisque déjà il est en rapport avec le consommateur.

Dans le deuxième travail, celui de M. Long, l'auteur n'étudie pas la question des appareils, mais plutôt envisage les matières qui réglementent le coût de la distribution d'énergie pour l'abonné à la cuisine électrique. Cette question s'identifie à une recherche sur le caractère de la charge, c'est-à-dire sur la demande maximum qui se produirait à la station, sa durée et le moment de la journée où cette demande se produit. M. Long étudie les trois classes différentes de charges qui peuvent composer la charge totale de la station: 1° petites et moyennes maisons dans lesquelles le repas principal est vers midi; 2° les grandes maisons où le dîner principal est le soir; 3° les hôtels, restaurants, salles de thé, etc.. où la charge est à peu près égale pendant un certain nombre d'heures régulières et il donne des relevés montrant les charges des restaurants. Résumant les résultats obtenus, M. Long dit que le coût par unité peut varier de 0,42 fr dans les cas les plus favorables, lorsque la charge principale est dans la journée à 0,75 fr quand la charge est plutôt accentuée le soir; dans d'autres endroits ces prix oscillent entre ces deux extrêmes. Comme consommation probable d'énergie pour la cuisine elle varie de beaucoup selon les habitations, dans la plupart des cas, et en proportion du nombre des personnes plutôt que de la puissance des appareils installés. En moyenne, on a remarqué qu'elle est de 300 unités environ par an et par personne. M. Long est d'avis que la cuisine électrique aura un plus grand effet sur l'égalisation de la courbe de charge que la cuisine au gaz. Après avoir parlé des radiateurs et de la question importante du chauffage de l'eau, M. Long examine brièvement la question des tarifs; d'après lui, il lui semble que si les entreprises n'ont pas l'autorisation de louer des appareils, il sera nécessaire d'appliquer des tarifs de courant aussi bas que possible; dans le cas où elles auraient cette autorisation, elles devront faire accorder les termes du louage avec les dépenses du courant. Dans certains endroits, il semble possible de fournir du courant au prix de 0,05 fr l'unité et pour d'autres à 0,08 fr. Mais ces prix ne pouvant pas être justifiés seulement par une charge de cuisine, car il y a plusieurs articles dans les prix, tels que la vérification du compteur, le relevé des comptes qui sont proportionnels au nombre des abonnés et non à la charge maximum et bien qu'ils soient compris dans les frais fixés, ils ne sont pas couverts par le total payé par les petits abonnés. Ces tarifs pourraient être donnés, par conséquent, comme supplément à des tarifs d'éclairage suffisant pour couvrir les dépenses. Enfin, résumant tout l'ensemble de la question, M. Long pense que les directeurs des entreprises de distribution ne doivent pas hésiter à fournir le courant à des tarifs suffisamment bas pour que les dépenses de la cuisine électrique soient aussi peu élevées

qu'avec le gaz. Avec les appareils actuels qui sont encore chers, les progrès sont encore lents, mais ces prix peuvent être réduits si l'on fabrique par grandes quantités et dans ce cas les applications deviendront plus générales. — A. B.

## FORCE MOTRICE

### Exploitation électrique de la chute d'eau d'Imatra.

On mande de Saint-Pétersbourg à l'*Elektrotechnische Anzeiger* que la « Compagnie pour l'éclairage électrique » a fait récemment acheter pour son compte de nombreux terrains et droits de jouissance de l'eau sur le parcours des rapides du Voksen (Finlande), lesquels forment ce que l'on appelle la petite chute d'Imatra; les achats semblent indiquer que l'on est enfin à la veille de réaliser le projet, étudié depuis si longtemps, d'exploitation électrique des plus importantes sources d'énergie hydraulique qui se rencontrent en Finlande. On pourra obtenir de ces sources au moins de 50 000 à 60 000 ch et même beaucoup plus, sauf pendant les courtes périodes d'étiage. On suppose que l'entreprise précitée emploiera en Finlande même une fraction de l'énergie électrique qu'elle produira, mais qu'elle transportera la plus grande partie de cette même énergie à Saint-Pétersbourg, où elle débite déjà de fortes quantités de courant, actuellement produit par une usine à vapeur et utilisé pour l'éclairage et la force motrice.

La mise en valeur des eaux du Voksen présente une grande importance pour Saint-Pétersbourg, étant donné que cette ville aura, par suite, la possibilité de réduire ses nombreux et coûteux apports, par mer, de charbons étrangers, apports que des complications internationales peuvent, à tout moment, mettre en péril. — G.

## LAMPES

### Lampes à arc et lampes à filament métallique.

A propos de la vive concurrence que font aujourd'hui, à la lampe à arc, les lampes à filament métallique d'un nombre élevé de bougies, l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* résume ainsi qu'il suit les avantages respectifs offerts par ces deux sortes de sources lumineuses.

Les avantages de la lampe à filament métallique comparée à la lampe à arc peuvent s'énoncer ainsi :

1. Suppression des frais d'entretien et de surveillance (remplacement des charbons et réparations).
2. Frais d'achat moindres et montage plus simple; suppression des appareils auxiliaires et des mécanismes de réglage.
3. Eclairage plus uniforme et plus fixe particulièrement pour les locaux.
4. Suppression des gaz et vapeurs délétères, ainsi que du bruit importun des lampes à arc.

D'autre part, les lampes à arc présentent les avantages suivants sur les lampes à filament métallique.

1. Consommation de courant moindre, surtout pour les lampes à arc à flamme.
2. Frais de renouvellement (amortissement) moindres comparés à ceux de la lampe à filament métallique.
3. Durée plus longue et sensibilité moindre aux chocs et aux variations de tension.
4. Eclairage plus intensif, particulièrement pour les illuminations et les enseignes lumineuses.

On s'est livré à une comparaison des dépenses totales de fonctionnement, y compris le renouvellement ou l'amortissement, des différents types de lampes, en supposant égalité d'intensité lumineuse et de durée de combustion. L'on a constaté qu'il n'y a pas de différence importante entre la lampe à filament métallique de grande intensité lumineuse et la lampe à arc, sauf la lampe à arc à flamme. Comme cette dernière n'est généralement pas employée pour l'éclairage des ateliers, des petites rues, etc., le choix du type de lampes à adopter — arc ou incandescence — doit le plus souvent dépendre des conditions locales. A propos de la lampe à filament métallique, il faut noter que cette dernière peut se construire pour des puissances lumineuses de 50, 100 et 200 bougies normales et que ces modèles constituent les échelons intermédiaires entre la lampe à arc et la lampe à incandescence à nombre minime de bougies. Aussi la lampe métallique peut-elle trouver un emploi avantageux dans l'éclairage des ateliers, des rues des petites villes et des rues secondaires des grandes villes. — G.

## TRACTION

### La locomotive électrique Bergmann.

Nous relevons dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* la description ci-après de la locomotive Bergmann qui a donné de bons résultats, comme on le sait, dans les essais de traction électrique sur la ligne allemande de chemin de fer Dessau-Bitterfeld :

Cette locomotive porte à l'avant un cadre tournant à deux essieux, au centre deux essieux moteurs et à l'autre extrémité un essieu de roulement. La commande est produite par un moteur série à courant alternatif que règle le déplacement des balais. La distribution se fait donc d'une manière purement mécanique, au moyen d'un volant à main disposé à la portée du conducteur. Le moteur développe normalement 1500 ch en faisant 270 tours par minute et donne une vitesse de 80 km à l'heure; pourtant il peut

atteindre une vitesse de 125 km. La locomotive en question remorque normalement un train de 300 tonnes à une allure de 70 km par heure; elle a en outre remorqué des trains de 400 tonnes à une allure de 55 km. La puissance de traction, au crochet d'attelage, est normalement de 4500 kg; elle atteint un maximum de 16 500 kg avec la machine fixe. La même locomotive présente un poids de 72 tonnes, dont 15 tonnes reviennent au moteur et 7,6 tonnes au transformateur; l'équipement électrique pèse, au total, 26,5 tonnes. — G.

# Bibliographie

**Travaux du Laboratoire central d'électricité** (Société internationale des Electriciens). Tome II. 1904-1911. Un volume, format 28 × 18 cm de VIII-486 pages, avec 96 figures dans le texte, 59 figures hors texte et 3 planches. Prix : 15 fr (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Ce deuxième volume est précédé d'une préface de M. E. Bouty et contient des documents de grande valeur.

A mesure que les industries électriques se développent, les problèmes qu'elles soulèvent deviennent de jour en jour plus multipliés et plus ardus. La puissance des installations croît sans cesse; les consommateurs plus nombreux sont aussi plus exigeants et, pour les satisfaire, l'ingéniosité des inventeurs s'épuise en combinaisons de plus en plus savantes et pratiques.

Les besoins de l'industrie électrique ont fait surgir toute une législation, préparée par des conférences, des congrès internationaux. Les mesures, partout unifiées, exigent un contrôle qu'il est de l'intérêt de tous de rendre le plus précis et le plus sûr possible. De ce besoin primordial sont nés les laboratoires nationaux, parmi lesquels le Laboratoire central d'électricité, le plus ancien en date, a servi de prototype aux autres.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la table de ce deuxième volume des *Travaux du Laboratoire central d'électricité* pour se rendre compte qu'il n'a pas failli à sa double tâche. Sous l'habile direction, et presque toujours sous l'impulsion directe de M. Janet, dont l'autorité scientifique dans les conférences internationales grandit tous les jours, et dont la compétence en ces matières est universelle, des travaux importants relatifs aux sujets d'électrotechnique les plus variés ont été réalisés, et cela en dépit de l'exiguïté des ressources disponibles pour cet usage et grâce à une initiative toujours en éveil.

Voici la table des matières de ce deuxième volume :

Résultats d'expérience sur l'établissement du régime dans les transformateurs, par M. Johann. De l'établissement du courant dans les transformateurs, par M. Johann. Etudes des propriétés magnétiques des tôles par la méthode du wattmètre, par M. R. Jouaust. De l'influence des champs extérieurs sur les indications des compteurs, par M. A. Durand. Etude sur le rapport des trois lampes Carcel, Hefner et Vernon-Harcourt, par MM. F. Laporte et R. Jouaust. Extraits du rapport présenté à la Commission internationale de photométrie, par MM. Pérot et P. Janet. Nouvelles lampes é'ectriques au tungstène, par M. P. Janet. Influence de la température ambiante sur l'intensité lumineuse d'une lampe à incandescence électrique, par MM. F. Laporte et R. Jouaust. Remarques sur l'accumulateur Edison, par M. P. Janet. Essais ayant pour but l'identification des balais de charbons pour dynamos, par M. Ch. David. La Commission internationale de photométrie, par M. F. Laporte. Etude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil, par MM. A. Broca et F. Laporte. L'élément étalon au cadmium, par MM. P. Janet et R. Jouaust. Détermination par un électrodynamomètre absolu de la force électromotrice des éléments au cadmium, par MM. P. Janet, F. Laporte et R. Jouaust. L'équivalent électrochimique de l'argent, par MM. P. Janet, F. Laporte et P. de la Gorce. Résultats d'essais sur les lampes à filament métallique, par M. F. Laporte. Recherches sur l'équivalent électrochimique de l'argent, par MM. F. Laporte et P. de la Gorce. Recherches sur l'étalon de résistance et l'étalon de force électromotrice, par M. R. Jouaust. Essais de câbles pour canalisations électriques, par M. Ch. David. Les propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées, par M. R. Jouaust. Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément Weston normal, par MM. P. Janet, F. Laporte et R. Jouaust. Etude expérimentale sur la résistance des rails d'acier en courant alternatif, par M. C. Villiers.

Nous devons rappeler que le Laboratoire central d'électricité est à la disposition des savants et des industriels et qu'il offre à l'industrie des moyens de contrôle et d'essai dans des conditions de haute précision et de parfaite impartialité.

**Petite encyclopédie électro-mécanique**, publiée sous la direction de Henry de Graffigny. Nouvelle édition, 10 volumes, format 12,5 × 17,5 cm. Prix de chaque volume, 1,50 fr (Paris, L. Geisler, imprimeur-éditeur).

Volume I. — Manuel élémentaire d'électricité industrielle, 164 pages avec 56 figures.

Volume II. — Les accumulateurs et les piles, 164 pages avec 50 figures.

Volume III. — Manuel du constructeur et conducteur de dynamos et d'alternateurs, 160 pages avec 79 figures.

Volume IV. — Canalisations et conduites électriques, 160 pages avec 83 figures.

Volume V. — Le conducteur de moteurs de tous systèmes : eau, vapeur, gaz d'éclairage, gaz pauvre, pétrole, etc., 184 pages avec 63 figures.

Volume VI. — Manuel pratique d'éclairage électrique 160 pages avec 67 figures.

Volume VII. — Le conducteur de moteurs électriques, 168 pages avec 39 fig.

Volume VIII. — Manuel pratique de galvanoplastie et d'électrochimie, 142 pages avec 38 figures.

Volume IX. — Les applications thermiques de l'électricité, 152 pages avec 37 figures.

Volume X. — Applications industrielles de l'énergie électrique, 156 pages avec 30 figures.

**Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.** Publication trimestrielle. 2e année, no 4, juin 1912. Prix de l'abonnement annuel : 6 francs (A. Dumas, éditeur, à Paris).

Cette utile publication, qui a remplacé les *Annales télégraphiques*, est un recueil des plus intéressants. Publié par une Commission nommée par le ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, présidée par M. Dennery, inspecteur général et directeur de l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes, elle a comblé une lacune, car, en ces dernières années, la France était à peu près la seule à ne pas avoir une revue technique consacrée à la télégraphie et à la téléphonie, depuis que les *Annales télégraphiques* avaient cessé leur publication, faute de direction.

Le numéro de juin que nous avons sous les yeux contient, entre autres, une description des plus complètes du Poste central télégraphique de Londres, par M. Tallendeau, chef du Poste central télégraphique de Paris; deux conférences sur les derniers progrès de la télégraphie sans fil, par le commandant Ferrié, la comparaison, au point de vue économique, des divers systèmes d'exploitation téléphonique, par M. Zanni, ingénieur de l'Administration des télégraphes italiens, et, enfin, une étude comparée des câbles téléphoniques Pupin et Krarup, par M. Petrisch, ingénieur en chef des télégraphes autrichiens.

Chaque numéro contient un compte-rendu des périodiques français et étrangers.

# Nouvelles

## L'Ecole Bréguet.

**La distribution des diplômes d'ingénieur-électricien et des médailles a eu lieu le jeudi 11 juillet dans la salle des fêtes de la mairie du XVe arrondissement, sous la présidence de M. Louis Bréguet, l'ingénieur bien connu comme constructeur et comme aviateur.**

**Le discours d'usage a été prononcé par M. Laboureur, professeur à l'Ecole, qui a pris pour sujet : *nécessité pour l'ingénieur de l'avenir, de sérieuses connaissances en législation et en économie industrielles.***

**Nous sommes heureux de pouvoir en reproduire le texte qui sera certainement lu avec intérêt par tous les ingénieurs et aussi par les constructeurs. Cette allocution contient d'excellents conseils que les jeunes ingénieurs ont tout intérêt à méditer et surtout à appliquer dans la carrière qui s'ouvre devant eux.**

Mon cher président,

Je ne te cacherai pas l'émotion sincère que j'ai aujourd'hui en prenant la parole dans une école qui porte ton nom; je suis heureux et fier de me présenter ici sous le patronage d'un camarade de classe qui a su en même temps se faire un si grand nom dans l'aviation et mériter avant tous ceux de notre âge la haute distinction dont on a voulu honorer l'aviateur, l'ingénieur, l'éducateur émérite.

Mesdames, Messieurs, Mes chers amis,

Ce n'est pas, à proprement parler, un discours que j'ai la prétention de vous faire aujourd'hui, ce n'est pas non plus un cours, rassurez-vous, mes amis.

On vous a appris ici la technique de l'électricité et de la mécanique; mais on n'a pas oublié de vous enseigner aussi la législation et l'économie industrielles; c'est d'ailleurs moi qui ai eu l'honneur de vous faire ce cours. Je l'ai fait avec d'autant plus de conviction que nous vivons à une époque où il est indispensable pour un ingénieur de connaître les principes fondamentaux qui régissent l'évolution économique et sociale d'un pays.

L'un des principes les plus importants qui a été longtemps méconnu et que, d'ailleurs, on n'admet pas encore sans discussion est le suivant :

Les habitants d'un même pays civilisé deviennent deux fois plus riches chaque fois qu'ils doublent leur production parce qu'ils ont alors deux fois plus de choses utiles ou agréables à consommer.

Cette vérité, cette loi qu'a énoncée M. Le Chatelier est tellement évidente, qu'il ne devrait pas y avoir besoin de la justifier. Dans un pays où chaque habitant produirait toutes les matières utiles à ses besoins, il n'y a pas de contestation possible. Il en était jadis ainsi en France; le paysan produisait sur sa terre le blé nécessaire à son alimentation, il le broyait ensuite pour en faire de la farine et il cuisait lui-même son pain; il cultivait le chanvre, en filait la fibre et tissait sa toile; il faisait également pousser le bois et la paille nécessaires pour la construction de sa maison de chaume. En augmentant sa production, comme le permet aujourd'hui l'emploi des machines agricoles, il a obtenu un rendement plus élevé de son travail. La vente de l'excédent de sa production lui a alors permis de remplacer la masure de ses pères par une maison solide de pierre, de ciment et d'ardoise. Aujourd'hui, il s'est produit une spécialisation du travail qui permet à chaque homme d'obtenir un rendement plus élevé de son activité. Le paysan de la Beauce préfère cultiver le blé, celui de la Normandie élever des bestiaux. Aucun d'eux ne fabrique plus sa toile, car ils se la procurent à bien meilleur compte dans les grandes filatures. Si nos paysans et nos ouvriers filateurs arrivent aujourd'hui à produire ensemble, grâce à cette spécialisation, deux fois plus d'objets utiles que par le passé, ils pour-

ront chacun s'en procurer soit directement, soit par échange deux fois plus qu'autrefois; ils seront donc devenus deux fois plus riches.

Il y a cependant une restriction à faire ici; il ne suffit pas qu'un individu isolé double sa production pour devenir deux fois plus riche, il faut encore que ses voisins en fassent autant, sans cela il n'aurait personne avec qui échanger les produits de son travail, qui ne lui servirait alors à rien. Dans les pays civilisés, cette difficulté ne se présente jamais si l'on poursuit la multiplication d'objets courants, tels que ceux servant à la nourriture, à la construction, aux moyens de transport. L'exemple du Métropolitain est là pour nous le montrer : aussitôt la mise en service de la première ligne, on dut reconnaître la nécessité de doubler la longueur des trains; on a multiplié depuis le nombre des lignes en service et cependant on n'arrive pas à éviter à certaines heures un encombrement inouï.

On entend souvent dire que l'augmentation de la production n'entraîne pas nécessairement celle de la consommation, qu'il faut éviter de dépasser la puissance d'absorption du consommateur. En réalité, il n'y a pas de limite à cette puissance d'absorption, au moins dans les pays civilisés, parce qu'il n'y a pas non plus de limite au désir du bien-être.

Etant donc admis avec M. Le Chatelier que la production doit être augmentée, comment réaliser cette augmentation?

On a cherché à y parvenir par le perfectionnement des machines et on a accompli dans cet ordre d'idées des progrès énormes depuis le milieu du siècle dernier.

Mais un autre procédé est non moins efficace, c'est l'organisation scientifique du travail, telle que la préconise l'Américain Sir Frédéric Taylor.

L'idée directrice de Taylor est d'accroître le rendement du travail sans augmenter la fatigue de l'ouvrier et elle conduit ainsi à une augmentation considérable des salaires. Voici comment :

Tandis que jusqu'à présent l'ouvrier a été livré à sa seule initiative et a profité seulement des enseignements de la tradition, qui sont loin d'établir dans chaque cas les règles optima de travail, Taylor veut que l'ouvrier soit guidé par les données précises résultant de l'étude scientifique et expérimentale de ses mouvements.

La production de chaque ouvrier dépend d'un nombre considérable de facteurs : ainsi, dans le cas du travail des métaux au tour, le nombre de ces facteurs serait de 12 au moins. En présence de cette complication, l'ouvrier ne peut évidemment, par de simples tâtonnements, découvrir de lui-même les conditions les plus favorables à l'exécution des travaux dont il est chargé. Des mesures très précises sont nécessaires pour découvrir les conditions optima.

Les opérations les plus simples de l'atelier sont elles-mêmes très difficiles à bien organiser, et elles dépassent les aptitudes de l'ouvrier. Par exemple, le simple travail du manœuvre qui charge dans un wagon des gueuses de fonte soulève des problèmes physiologiques très délicats. Les alternances de repos et de travail, la vitesse de chacun des mouvements, le poids soulevé à chaque effort modifient considérablement la fatigue pour un même travail produit. Taylor est arrivé à quadrupler la production de ses ouvriers à fatigue égale par l'étude systématique des mouvements. Pendant des mois et des années, il leur a fait charger 47 tonnes par 24 heures au lieu de 12 tonnes qu'ils chargeaient normalement quand ils étaient abandonnés à eux-mêmes; il a en même temps doublé leur salaire.

De même, pour prendre ses briques et les mettre en place, le maçon fait habituellement cinq fois plus de mouvements que cela n'est nécessaire.

Une étude poursuivie pendant plusieurs années sur des maçons de Philadelphie a permis, en modifiant les échafaudages et en empêchant les maçons de remuer les pieds pendant le travail, de produire, dans le même temps, près de trois fois plus de travail.

D'autre part, cette méthode d'organisation scientifique du travail permet presque de résoudre un grave problème social : celui du partage des bénéfices. Car elle permet d'augmenter considérablement les salaires des ouvriers tout en laissant au capital sa juste rémunération sans laquelle aucune affaire ne pourrait plus se monter.

Maintenant, si nous cherchons à qui incombera la tâche de guider l'ouvrier dans l'application de ces règles scientifiques d'action, la réponse se présente avec évidence : c'est l'ingénieur.

Le rôle de celui-ci nous apparaît donc comme assez complexe, et c'est le moment de nous demander, en présence des exigences variées que lui impose la vie industrielle, quelle devra être la formation de l'ingénieur?

Pour le concevoir, il nous suffira d'un coup d'œil jeté sur le monde industriel. Nous voyons que l'ingénieur assume principalement deux sortes de fonctions différentes : il y a des ingénieurs d'exécution et il y a des ingénieurs d'exploitation.

Mais ces deux catégories étant destinées à une collaboration quotidienne doivent recevoir une même formation : c'est dire qu'en dehors des notions techniques spéciales à chaque industrie, ils devront avoir acquis une culture générale dont la nécessité n'est pas moins impérieuse. C'est à cette culture générale que se rattachent les études de législation et d'économie industrielles qui font l'objet principal de cette causerie. La seule différence entre ces deux catégories d'ingénieurs, c'est que l'ingénieur d'exécution sera avant tout un spécialiste.

En ce qui concerne la formation technique, voici comment on doit l'entendre. M. Le Chatelier est d'avis que l'enseignement technique ne doit pas être entièrement professionnel. « Mes idées, dit-il, n'ont pas toujours été les mêmes; voici leur origine première. Chargé, il y a quinze ans, de créer à l'Ecole des mines un cours de chimie industrielle, je crus devoir prendre les conseils de M. Hector Biver, le directeur de la Compagnie de Saint-Gobain, dont la situation prééminente dans l'industrie chimique était unanimement reconnue. A mon grand étonnement il me répondit : « Si vous voulez me « permettre de vous donner franchement mon avis, le « mieux serait de ne pas faire de cours des chimie indus- « trielle à vos élèves, mais seulement des cours de phy-

« sique et de chimie générale. Ils n'en sauront jamais « trop pour remplir les services que nous leur deman- « dons dans nos usines. C'est au contraire perdre son « temps que de leur décrire des procédés de fabrication « qu'ils apprendront à connaître beaucoup mieux et « avec moins de peine par un séjour de quelques « semaines dans nos ateliers. »

En y réfléchissant, cette opinion un peu imprévue se justifie par des raisons multiples; autrefois, par exemple, il y avait pour la fabrication du fer un seul procédé et un seul appareil, la forge catalane; pour la fabrication de l'acier par cémentation, un seul procédé. Les mêmes méthodes de travail étaient uniformément employées dans toutes les usines : il était facile d'en donner la description complète et précise dans un cours.

Aujourd'hui pour obtenir un même produit, il y a des centaines de procédés distincts; il est impossible de les décrire tous en détail. Si l'on tient à être complet, il faut se contenter de sèches énumérations, donner seulement des têtes de chapitre. Si l'on veut, au contraire, entrer dans les détails, on doit nécessairement se limiter et choisir un seul procédé que l'on étudiera avec soin; mais alors il y a 99 chances sur 100 que les auditeurs de cet enseignement ne rencontrent jamais dans les usines le procédé qui leur a été enseigné sur le banc des écoles.

Les considérations qui précèdent visent plus spécialement l'enseignement supérieur, mais on peut cependant les appliquer à un enseignement pratique comme celui de l'Ecole Bréguet. On en conclura logiquement qu'il ne faut pas chercher à décrire et expliquer tout ce qui existe; mais à donner des principes généraux et en faire seulement l'application à quelques exemples bien choisis que l'on étudie à fond.

Toujours au point de vue technique, les ingénieurs doivent connaître à fond le dessin, qui est la base de tout enseignement vraiment technique, car rien ne fait mieux comprendre les détails de l'organisation d'une machine.

De même encore s'impose la nécessité du travail manuel qui, seul, peut faire pénétrer l'ingénieur dans le détail intime des travaux qu'il aura à diriger.

En ce qui concerne maintenant la culture générale dont nous avons plus haut affirmé la nécessité, elle comprendra principalement les mathématiques, le français, la législation et l'économie industrielles.

Les mathématiques sont indispensables à l'ingénieur; elles doivent être pour lui non une fin, mais un moyen et, par suite, constamment étudiées en vue des applications. C'est grâce à elles que s'acquièrent la maîtrise du calcul numérique et le sens des ordres de grandeur qui doivent être la marque distinctive de l'ingénieur.

On a beaucoup parlé de la crise du français, et il ne faut pas oublier que c'est une organisation industrielle, le comité des Forges, qui a poussé à cet égard l'un des plus vibrants cris d'alarme. L'ingénieur est, en effet, appelé à tout instant à rédiger des rapports; ces rapports doivent être clairs, précis, concis; ils doivent avoir, en un mot, les qualités qui sont celles de la langue française.

De même qu'un grand capitaine se forme par l'étude des campagnes, de même un ingénieur qui a à organiser le travail de ses ouvriers, à le réformer et à en tirer le meilleur rendement, et tout cela sans augmenter la fatigue de l'ouvrier et en se conformant aux règlements en vigueur, doit avant tout avoir approfondi la législation du travail et l'économie sociale.

L'étude du droit servira d'ailleurs à l'ingénieur dans bien d'autres circonstances : pour la passation des contrats et marchés, dans les procès et difficultés de toute nature qu'il rencontrera constamment dans sa carrière. Bien plus, je dirai même que cette connaissance lui est nécessaire pour l'élaboration des projets.

Cette formation de l'ingénieur, qui doit être non seulement un technicien, mais encore un homme cultivé, n'ignorant pas les questions sociales et les lois de son pays, indispensables à connaître pour un homme qui a à conduire des hommes, l'école Bréguet l'a comprise.

Je ne dirai pas qu'elle est arrivée du premier coup à la perfection, puisque celle-ci ne peut jamais être atteinte; mais, pour employer une locution mathématique, elle y tend asymptotiquement et est même maintenant voisine de l'asymptote. Aussi ne sommes-nous pas surpris de voir tous les succès de plus en plus brillants qu'elle a obtenus jusqu'ici :

En 1908 : à l'exposition spéciale d'électricité de Marseille, médaille de bronze; à l'exposition franco-britannique de Londres, médaille d'argent.

En 1909 : à l'exposition internationale de l'est de la France à Nancy, médaille d'or.

En 1910 : à l'exposition du centre de la France à Clermont-Ferrand, médaille d'or; à l'exposition universelle et internationale de Bruxelles, diplôme d'honneur.

En 1911 : à l'exposition de Saint-Mandé, grand prix; à l'exposition internationale de Roubaix, grand prix; à l'exposition internationale de Turin, hors concours, membre du jury.

Enfin, pour couronner ces succès, notre si sympathique directeur, M. Schneider, a été nommé cette année chevalier de la Légion d'Honneur, récompense bien méritée dont nous sommes tous heureux et fiers.

Laissez-moi, pour terminer, mes chers amis, vous donner quelques conseils à ma façon pour vos études et vos vacances.

N'apprenez jamais par cœur, mais réfléchissez et comparez. Il n'est pas indispensable de tout retenir à la lettre, mais seulement de savoir où trouver les choses quand on en a besoin.

Ne travaillez pas sans discontinuer; le rendement devient rapidement très mauvais. Les intervalles de repos absolu sont nécessaires.

Ne songez pour le moment qu'à prendre de bonnes vacances : ne les gâtez pas par un travail intempestif, ce n'en est plus le moment. Mais profitez-en pour renouveler et rafraîchir au contact de la nature vos facultés d'observation et de réflexion.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Détecteur d'ondes électriques, système Helsby.

Le détecteur Helsby (fig. 32) est à contacts solides; il joint à une grande solidité, un fonctionnement sûr et régulier et il peut être facilement réglé avec toute la précision désirable. Dans ces conditions, il convient aussi bien aux travaux de laboratoire qu'au service des stations de radiotéléphonie. On utilise dans ce détecteur un cristal, spécialement choisi, de galène (sulfure de plomb naturel), parce que l'on a reconnu que la structure moléculaire de cette substance est beaucoup plus sensible et uniforme que celle des autres cristaux utilisés jusqu'à présent.

Dans le cas où l'on désirerait utiliser le détecteur avec d'autres cristaux, le constructeur a établi des appareils qui sont munis de plusieurs capsules contenant un alliage fusible qui, chauffé

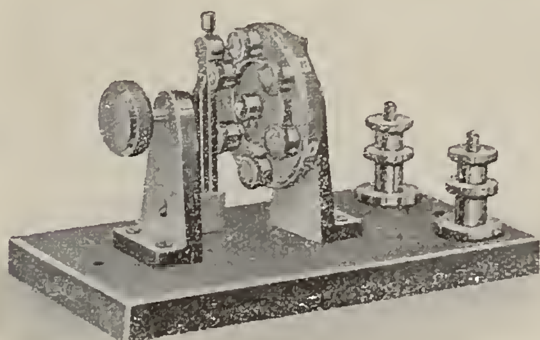


Fig. 32.

légèrement, fond et permet d'y placer le cristal.

Comme on le voit sur la figure 33, six capsules C sont montées sur un disque mobile en bronze muni en son centre d'une grande ouverture. Le disque est maintenu dans sa position par la pression des ressorts D, agissant sur une de ses faces, pour l'appuyer contre une rondelle fixée par un écrou à arrêt, tout en laissant un intervalle suffisant entre l'axe et le disque, afin que ce dernier puisse être déplacé suffisamment dans la direction voulue pour que l'aiguille B puisse venir en contact avec n'importe quel point de la surface du cristal. Le contact de l'aiguille B se règle au moyen de la vis A et la disposition donnée aux ressorts permet de régler avec la plus grande précision la pression de contact.

Lorsque le récepteur téléphonique est relié en série avec le détecteur, on peut se dispenser d'utiliser un potentiomètre, comme il est d'usage de

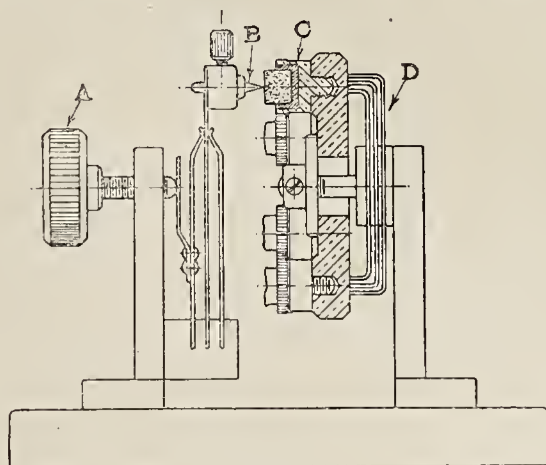



Fig. 33.

le faire lorsque les deux appareils sont montés en parallèle.

Quand les appareils sont montés en parallèle, la totalité de la période d'oscillation est sujette à un haut degré d'amortissement; la moitié de cette période d'oscillation est seule utilisée pour produire le signal auditif; il se produit également des pertes dues à la résistance des enroulements du potentiomètre.

D'autre part, lorsque le détecteur et les récepteurs sont montés en série avec le circuit de l'an-

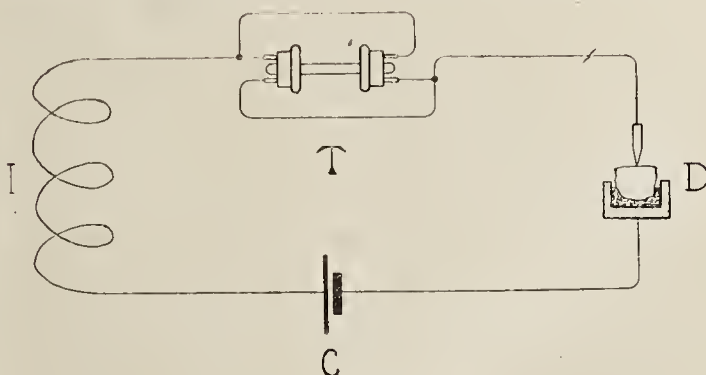



Fig. 34.

T. — Récepteur double téléphonique.
D. — Détecteur.
I. — Bobine de couplage.
C. — Élément de pile à faible force électromotrice.

tenne, il n'y a que la moitié de la période qui soit sujette à amortissement, tandis que l'autre moitié qui passe dans un circuit de faible résistance est renforcée par résonance dans les condensateurs

et dans l'antenne. Cette action semble compenser plus que largement les avantages du potentiel appliqué ordinairement et les résultats obtenus peuvent être encore améliorés en intercalant dans le circuit un simple élément de pile, comme on le voit sur la figure 34.

Lorsqu'on utilise des cristaux de galène, la pression de contact doit être aussi faible que possible et le dispositif de ce détecteur permet de régler cette pression au minimum voulu (1).

K.

# Usine génératrice de Voulx

(SEINE-ET-MARNE)

Voulx est une charmante et coquette localité du canton de Lorrez-le-Bocage, arrondissement de Montereau, en Seine-et-Marne. Grâce à l'initiative de sa municipalité et de plusieurs notables habitants, Voulx est doté d'une distribution d'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice, alimentée par une petite usine génératrice indépendante, appartenant à la Société électrique de Voulx dont les actionnaires sont tous habitants de cette commune.

Nombreuses sont les localités qui, privées d'une distribution de gaz ou n'étant pas situées sur le parcours d'un grand réseau de distribution d'énergie électrique, auraient tout intérêt et avantage à suivre l'exemple donné par Voulx, étant donné qu'actuellement une installation complète de ce genre ne nécessite pas des capitaux considérables et que son fonctionnement régulier peut être assuré facilement sans avoir à craindre des interruptions de service.

A titre d'exemple, nous allons décrire cette installation qui peut servir de type pour des localités se trouvant dans les mêmes conditions. Il convient de faire remarquer que Voulx, qui ne compte que 1100 habitants, a déjà plus de 200 abonnés à son secteur, ce qui prouve que l'on apprécie les avantages nombreux que présentent les applications de l'énergie électrique, tant au point de vue de l'éclairage municipal et des particuliers qu'à celui de l'utilisation des moteurs électriques pour la petite industrie et les travaux agricoles. C'est surtout sur les applications de l'électricité dans les fermes, laiteries, etc., qu'il convient d'insister, car, en présence des applications mécaniques que l'énergie électrique permet de réaliser facilement et économiquement, le consommateur d'énergie électrique ainsi que le producteur peuvent réaliser l'un et l'autre des bénéfices appréciables.

L'usine génératrice de Voulx a été édifiée sur l'emplacement d'un ancien moulin situé sur les bords de l'Orvanne, au centre même de la localité.

Elle comporte une salle des machines, une salle d'accumulateurs et une petite habitation servant de magasin et aussi d'habitation pour le mécanicien.

La figure 35 donne le schéma de l'installation.

Comme force motrice, l'usine dispose de deux moteurs à gaz pauvre, ayant chacun une puissance de 25 ch. et d'une turbine hydraulique de 7,5 ch.

Les moteurs à gaz pauvre, du système Kynoch-Forward, sont à un seul cylindre. Le cylindre est engagé dans le bâti et fait corps avec lui sans porte-à-faux extérieur, sauf la boîte de mélange arrière. Le volant, de 2,133 m de diamètre, est supporté par un vilebrequin muni de deux masses d'équilibre; un palier extérieur supporte le vilebrequin. Le graissage des paliers du vilebrequin et de l'arbre de distribution s'effectue au moyen de bagues plongeant dans un bain d'huile. L'allumage est assuré par une magnéto. Le moteur est muni d'un régulateur à boules monté sur une boîte à billes et d'un appareil de mise en marche automatique avec frein de démarrage. La vitesse de régime est de 250 t : m.

Les gazogènes, également du système Kynoch-Forward, fonctionnent par aspiration et sont alimentés avec de l'anthracite anglais.

Chaque moteur actionne une dynamo Gramme à courant continu débitant 75 ampères sous 230 volts à ses bornes, à la vitesse angulaire de 1050 t : m.

La turbine, sortant des ateliers de la maison Brault, Teisset et Chapron, actionne une troisième dynamo Gramme pouvant débiter 20 am-

(1) Constructeur : Automatic Telephone Manufacturing C°, Milton Road, Edge Lane, Liverpool.

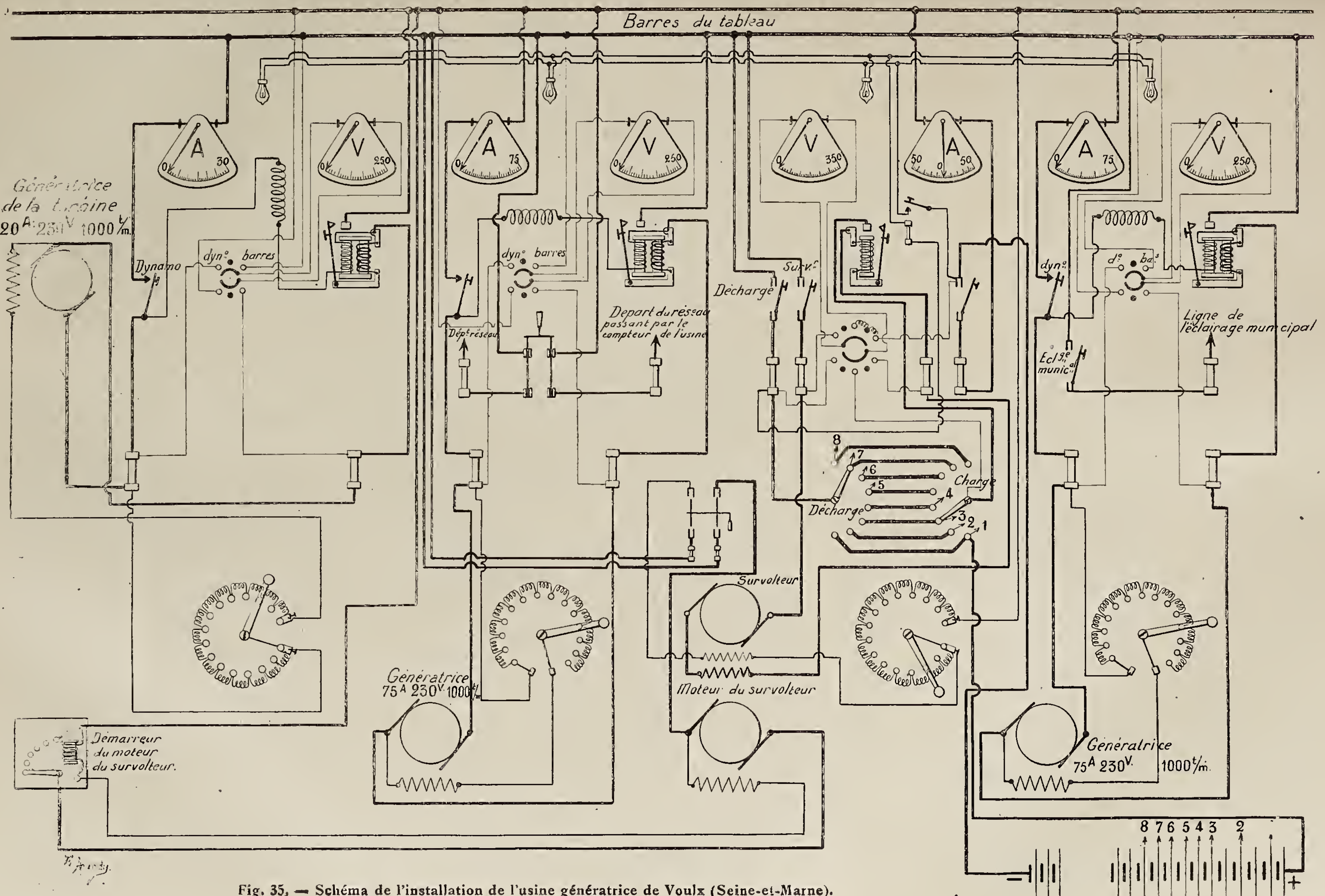



Fig. 35. — Schéma de l'installation de l'usine génératrice de Voulx (Seine-et-Marne).

pères sous 230 volts, à la vitesse angulaire de 1000 t : m.

La batterie d'accumulateurs Tudor comporte 126 éléments ayant une capacité de 200 ampères-heure, au régime de décharge en cinq heures. Chaque élément se compose de 4 plaques positives à formation Planté et de 5 plaques négatives à pastilles de matière active.

L'installation comporte, en outre, un groupe moteur-survolteur Gramme composé d'un moteur électrique à courant continu de 8 ch à excitation shunt, alimenté à la tension de 230 volts et marchant à la vitesse normale de 1700 t : m environ. Ce moteur commande directement une génératrice-survoltrice, débitant 40 ampères sous la tension variable de 10 à 130 volts. Ces deux machines sont montées sur un socle commun.

Le tableau de distribution comporte 4 panneaux : celui de gauche (fig. 35) est affecté à la dynamo actionnée par la turbine; le suivant et celui de droite, respectivement à chacune des dynamos actionnées par moteur à gaz et, le quatrième, aux accumulateurs.

La canalisation est aérienne et les trois lignes partant de l'usine ont une longueur ensemble d'environ 5 km. Un branchement spécial alimente l'église située à côté de l'usine; cette installation spéciale comporte plus de 200 lampes.

L'éclairage municipal est assuré par 40 lampes à incandescence de 32 bougies enfermées dans un globe hermétique en verre avec abat-jour, le tout supporté par une console en tube de fer.

J.-A. M.

# Les accidents d'électricité en Angleterre.

Les rapports annuels de l'inspecteur électricien du gouvernement britannique (*Home Office*), relatifs aux accidents causés par l'électricité, mortels ou simplement dangereux, présentent toujours un intérêt particulier. Nous avons mentionné, les années précédentes, les rapports de ces inspecteurs et nous citerons, cette année, quelques-uns des faits les plus importants contenus dans celui que l'on vient de publier.

Ces documents peuvent rendre service à l'ingénieur aussi bien qu'à ses adjoints et à tous ceux qui ont à remplir une fonction quelconque dans les stations génératrices ou dans le voisinage des installations électriques, car les fautes des ouvriers et celles des constructeurs eux-mêmes sont passées en revue par des experts de grande expérience.

Cette année, M. G. Ram nous montre qu'il y a eu 270 accidents non électriques et 63 accidents électriques dans les stations génératrices et sous-stations et que, dans d'autres stations, on compte 38 accidents non électriques et 11 dus à l'électricité. Le plus grand nombre des accidents non électriques, soit 76, est dû à des chutes; 39 se sont produits dans la salle des machines et chaufferies et 28 ont été causés par la chute de corps quelconques frappant les ouvriers. Dans la partie électrique, 27 accidents, c'est à-dire la majorité (dont 3 mortels) se sont produits au moment des nettoyages ou réparations de tableaux de distribution en activité ou conducteurs en circuit; 12 sont survenus à des ouvriers accomplissant leurs fonctions ordinaires et la plupart de ceux-ci sont dus à des défauts dans les appareils ou à des fautes et des erreurs de la part du surveillant du tableau. Les accidents qui surviennent en service au tableau de distribution ou près de conducteurs en circuit, sont souvent dus à un manque d'attention des personnes frappées ou des surveillants chargés du tableau ou des circuits qui, les unes et les autres, oublient les plus élémentaires précautions. Lorsque l'on travaille sur une partie inactive du tableau, on ne prend pas assez garde aux parties actives et aux conducteurs voisins en circuit. On a même remarqué que l'ouvrier en arrive à se mettre de lui-même à proximité des conducteurs en circuit qui sont cependant hors de sa portée, ne restant pas aux endroits qui lui sont assignés. M. Ram mentionne qu'un homme fut ainsi frappé et brûlé par une décharge à 6000 volts; on pratiqua la respiration artificielle et il put recommencer à travailler quelque peu au bout de six semaines; un autre fut tué dans les mêmes conditions par un courant à 20 000 volts. Toutes les précautions cependant étaient régulièrement prises, le travail à effectuer se trouvait être à un appareil disposé à 60 ou 90 cm au-dessus du sol, mais l'ouvrier grimpa sur cet appareil même et vint à toucher des conducteurs en circuit à 2,60 m au-dessus du sol.

Pendant les nettoyages des tableaux à haute

tension, plusieurs accidents se sont produits, mais la proportion des cas mortels est très faible, 2 sur les 9 cas cités par M. Ram. Dans certains accidents survenus à des ouvriers établissant involontairement des courts-circuits, on constate un manque absolu de précautions. Par exemple, on emploie des clés anglaises ordinaires dans beaucoup de cas pour serrer des écrous à l'arrière des tableaux de distribution. La clé est appliquée sur un écrou touché par le courant et le manche vient toucher un autre pôle, tel une barre omnibus ou tout autre conducteur, qui est à une distance de l'écrou moindre que la longueur de la clé anglaise, et ce sont des ouvriers électriciens ayant de l'expérience qui font des choses pareilles. Il est vrai que le blâme en revient principalement aux ingénieurs qui autorisent l'emploi de clés non munies de manches isolés ou d'une forme quelconque de protection. Il arrive aussi des accidents dus à l'ignorance dans laquelle sont les ouvriers du passage exact de tels ou tels conducteurs derrière les tableaux. M. Ram montre combien il est important que, sur tous les tableaux où les connexions ne sont pas visibles ou bien claires, soit accroché un diagramme de ces connexions et que l'on s'y reporte avant d'effectuer un travail quelconque.

Les accidents d'électricité survenus dans les usines en dehors des stations génératrices sont au nombre de 290, dont 7 cas mortels, au lieu de 276 et 5 morts l'année dernière. 37 de ces accidents sont dus à des éclatements d'arcs aux fusibles, 28 à des chocs et brûlures reçus en remplaçant des fusibles; 62 sont survenus avec des appareils portatifs et fils souples, 23 ont été provoqués par des conducteurs non protégés, des bornes, des commutateurs et 41 sont survenus à des ouvriers exercés et 24 à des ouvriers non exercés travaillant près de conducteurs en circuit; 36 accidents variés sont arrivés pendant des opérations d'essais. Les 62 accidents survenus avec des appareils portatifs étaient principalement dus à des courts-circuits et ont provoqué des brûlures. Dans 24 cas, les courts-circuits étaient établis dans des fils souples et dus à des détériorations du revêtement ou à une insuffisance de protection pour le rude usage auquel ils devaient être quotidiennement soumis. Dans 21 cas, le court-circuit s'est produit à la fiche de prise de courant. On signale aussi des exemples de chocs ressentis en manœuvrant des perceuses portatives qui avaient des pertes et n'étaient pas reliées à la terre. Les 2 cas mortels mentionnés sont relatifs à l'emploi de lampes à mains mal construites. Dans l'un d'eux, il s'agissait d'une douille de lampe à commutateur reliée par conducteurs souples au réseau d'éclairage, la tension était de 250 volts avec courant continu; l'ouvrier qui tenait la lampe nettoyait un récipient métallique et se trouvait sur sur les marches humides d'un escalier, la respiration artificielle ne fut pas essayée malheureusement. Dans le second exemple, la victime tenait une lampe portative, du vieux modèle, dont la douille vint en contact avec un corps métallique isolé de la terre, le courant d'alimentation était alternatif à 220 volts.

M. Ram dit que les accidents observés à des usines de construction électrique sont presque tous survenus dans les services d'essais et à des apprentis; l'âge moyen de 32 personnes, sur 36 frappées, était de 21 ans. En effet, dans ces services, on donne le plus souvent des emplois à de très jeunes gens venant de quitter les écoles techniques et qui désirent acquérir de l'expérience et de la pratique. Un cas mortel survenu dans un important atelier d'essais a été dû à une erreur de connexion sur deux machines à haute tension avec le même ensemble de conducteurs et une charge artificielle. Une machine fut mise en marche et l'homme qui travaillait avec l'autre fut frappé. A ce sujet, le rapport fait observer que, dans beaucoup de cas, on n'applique pas les règlements officiels prescrits; les constructeurs les négligent trop souvent par raison d'économie ou encore par crainte de complication. Certains même poussent le cynisme jusqu'à l'avouer, espérant que l'inspecteur du gouvernement ne fera pas sa tournée avant que le travail soit terminé. On continue également à constater la présence de fusibles dangereux qui proviennent en partie d'anciens stocks que l'on veut écouler et aussi parce qu'ils sont encore fabriqués malgré les règlements. Un fabricant de fusibles a avoué à M. Ram qu'il est obligé d'en avoir encore de vieux modèles très demandés pour l'exportation Un défaut commun à la plupart de ces fusibles est qu'ils ne peuvent être manipulés ni changés sans danger pour l'opérateur M. Ram cite à ce sujet des fusibles type Grip ayant des poignées en porcelaine de seulement 7 cm de longueur avec des contacts métalliques non protégés et qui sont d'emploi courant sur des circuits alternatifs à 500 volts au-dessus de planchers métalliques ou à l'intérieur au-dessus de terrains humides. Il est impossible de toucher à ces fusibles sans être exposé à des chocs dangereux.

Il est à remarquer aussi que les constructeurs de fers à repasser électriques n'ont pas encore rempli leurs promesses de se soumettre aux règlements prescrits et, dans beaucoup de cas,

alors que certaines conditions rendent nécessaire leur mise à la terre, ils ne sont pas pourvus de points d'attache pour le fil de terre. M. Ram cite une blanchisserie où l'on emploie dix fers sur une distribution à courant alternatif sous 200 volts. Le sol est en briques, non isolant, et les jeunes filles se plaignent des chocs qu'elles reçoivent continuellement; elles sont obligées de se servir d'étoffes et de ne toucher aucune partie métallique. Les fils souples qui les alimentent sont tous tortillés et tordus, l'isolant est endommagé et ils sont reliés au circuit par de simples prises de courant sans commutateur; il n'y a dans la salle qu'un seul commutateur qui dessert l'ensemble et encore il est hors d'atteinte! Les conditions sont telles qu'un accident fatal doit certainement arriver. Le propriétaire n'éleva aucune objection sur le changement qui lui fut ordonné; il déclara que, d'ailleurs, il devait supprimer ces fers parce qu'ils ne chauffaient pas assez. Alors que les sociétés de distribution électrique font tous leurs efforts pour encourager les abonnés à adopter diverses applications, c'est une pitié, dit M. Ram, de voir comment certaines installations sont faites, n'assurant aucune sécurité ni ne donnant aucune satisfaction. Le cas de ces fils souples, tordus, enroulés et usés par les frottements répétés qu'ils subissent, n'est pas un cas isolé et se retrouve un peu partout et surtout là où l'on se sert de fers à repasser.

Dans de nombreux cas, spécialement dans les ateliers de construction, l'importance d'une mise à la terre des châssis et enveloppes des appareils électriques n'est pas toujours suffisamment appréciée. Dans une usine d'électrochimie, l'inspecteur trouva des conducteurs nus transportant plusieurs milliers d'ampères ayant des tuyaux à gaz tout à proximité et élongés sur tout leur parcours, avec des boulons de raccord disposés de telle sorte qu'ils devaient certainement établir des contacts entre les conducteurs et les tuyaux. Dans les entreprises de distribution ou de traction électrique, on néglige le plus souvent les précautions élémentaires et ce sont, précisément, les personnes compétentes qui semblent ne pas se rendre compte des risques courus. C'est ainsi que, dans une sous-station de chemin de fer électrique, M. Ram trouva un surveillant qui mangeait son souper assis sur les plaques de fondation d'un moteur-générateur avec une prise de courant non protégée, à 600 volts, à quelques centimètres au-dessus de sa tête.

Un accident arrivé cette année et qui a attiré spécialement l'attention est une explosion de poussières dans une fabrique de tourteaux, un certain nombre de personnes y ayant perdu la vie. M. Ram déclare à ce sujet que, quelle que soit la cause de cette inflammation, des expériences ont démontré nettement que dans les bâtiments où des nuages de poussières peuvent se former, on doit prendre des précautions toutes spéciales relativement aux installations électriques afin de prévenir la possibilité de formation d'arcs et d'étincelles.

Tout en reconnaissant que les installations de ce genre ont été de beaucoup améliorées depuis quelques années, il montre qu'il y a encore de nombreux progrès à faire. Enfin, M. Ram nous montre, par une courbe très intéressante, les perfectionnements accomplis depuis une dizaine d'années par l'industrie électrique et en même temps l'accroissement des accidents dus à l'électricité. Heureusement, cette dernière augmentation n'est pas proportionnelle à l'usage croissant de l'énergie électrique car, dans ce cas, ces accidents auraient dû presque tripler en nombre.

A. Bridge.

# Les nouvelles applications du "Tenax".

Quand un principe est bon, les applications en sont nombreuses : le « tenax » en est un exemple.

Nous avons déjà décrit le tampon bois armé « tenax » (1), avec son armature de fer plissé en cône si caractéristique et montré de quelle façon, par les formes rationnelles données aux organes le composant, ce tampon était la solution définitive du problème du scellement des tampons de bois... sans scellement.

Les fabricants de balais, de rateaux et autres outils, à qui les manches sont nécessaires, s'en servent avec avantage sur tous les systèmes déjà essayés.

En effet, le « tenax », par sa pression élastique

(1) Voir l'*Electricien*, t. XLII, 1911, p. 325.

s'exerçant uniformément sur toute la paroi du logement du manche, fixe celui-ci d'une façon si solide, qu'il est nécessaire d'exercer un effort considérable pour le démancher.

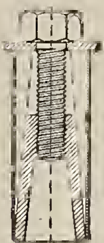


Fig. 36.

Il n'en peut être autrement, si l'on se rappelle que des essais de résistance à l'arrachement, effectués en janvier 1912, au laboratoire des essais des Arts et Métiers, ont montré que pour arracher un tampon de bois armé du « tenax », ayant seulement 18 mm de diamètre, il avait fallu exercer un effort de 470 kg.

C'est évidemment un tout petit problème résolu, mais, cependant, à la grande satisfaction de tous ceux qui se servent de ces outils indispensables.

Les mécaniciens, les électriciens, plus exigeants, ont demandé davantage au « tenax » et une nouvelle disposition, entièrement métallique, leur a donné complète satisfaction.


Fig. 37.

Comme les figures le montrent, le « tenax » à corps métallique est disposé en sens contraire du tampon en bois armé.

Utilisant la même armature métallique (fig. 36) plissée intérieurement en cône, l'extérieur étant cylindrique et remplaçant le tampon de bois cylindrique par un cône en fonte taraudé (fig. 37) pouvant monter dans l'armature métallique sous l'action d'une vis, on obtient le tampon « tenax » à corps métallique, qui réalise le problème du scellement entièrement métallique.

La montée de l'écrou cônique indéformable à l'intérieur de l'armature métallique provoque l'extension parallèle des plissures de celle-ci et la coïnce énergiquement contre les parois du trou.

Il résulte des essais officiels que la résistance à l'arrachement des tampons « tenax » à *corps métallique* dépasse de beaucoup celle des matériaux dans lesquels ils sont fixés.

Un tampon « tenax » à corps métallique de 18 mm de diamètre, fixé dans une brique isolée, n'a pu être arrachée par un effort de 670 kg que par suite de l'éclatement complet de la brique. Nul doute que, fixé dans un mur, l'effort d'arrachement du « tenax » eût dû être deux ou trois fois plus énergique.

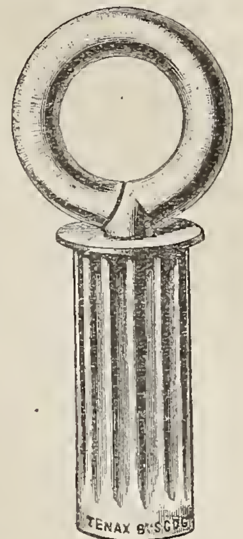


Fig. 38.

Ces résultats démontrent donc, d'une façon absolue, la confiance qu'on peut avoir en des installations faites avec des tampons « tenax ».

Les tampons « tenax » à corps métallique, terminés par toutes sortes de formes : têtes de vis, de boulons, crochets, anneaux (fig. 38), colliers, etc, peuvent rendre les plus grands services et se prêter à toutes sortes d'applications par la facilité de leur emploi dans les installations d'usine : fixation de machines, transmissions, etc., installations électriques, de chauffage, eau, gaz, etc. (1).

(1) Constructeur : L. Boudreaux, 8, rue Hautefeuille, à Paris.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPLICATIONS DIVERSES

### Applications originales du courant électrique.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* signale les quelques applications ci-après du courant électrique qui ont été imaginées aux États-Unis et qui, par leur originalité, peuvent offrir un certain intérêt.

Dans un café-restaurant, on a installé au-dessus de l'entrée de la salle à manger 15 lampes à incandescence dont les ampoules sont formées de verre mat et qui servent à appeler les garçons pour la distribution des aliments. Chaque ampoule porte un numéro d'ordre et est attribuée à un garçon. Une fois que le garçon a remis sa commande à la cuisine, il retourne à la salle à manger et y séjourne jusqu'à ce que l'employé chargé de la préparation des plats l'appelle en allumant la lampe qui porte son numéro. Ce système permet au garçon de passer la plus grande partie de son temps dans la salle à manger, d'accorder plus d'attention aux désirs de ses clients et de recevoir, dès leur entrée, les nouveaux clients qui surviennent. L'éclairement des lampes d'appel, dans un local parfaitement illuminé comme le sont ordi-

nairement les salles à manger, ne frappe pas l'attention des visiteurs; d'autre part, on distingue facilement, d'un point quelconque de la salle à manger, quelle est la lampe d'appel qui brûle.

Un restaurateur de Chicago s'est fabriqué lui-même un appareil humidifieur électrique pour conserver toujours ses cigares en bon état. Cet appareil consiste en une boîte de fer blanc remplie d'eau; dans cette eau pénètre une lampe à incandescence de 16 bougies qui favorise l'évaporation.

Dans le jardin zoologique du Bronx (New-York), on chauffe aujourd'hui électriquement la section occupée par les ours; l'hiver dernier, on craignait que les froids rigoureux missent en péril les rares exemplaires des espèces d'ours habitués à des climats plus cléments. Il était impossible de recourir au chauffage à la vapeur, en raison des longues canalisations qu'il aurait fallu établir; on installa donc, dans chaque cage, des radiateurs électriques, naturellement en protégeant ces radiateurs par de forts barreaux de fer, pour empêcher les ours de s'en approcher par trop.

Dans le plus grand verger du monde, en Californie, on a songé à employer le courant électrique pour obtenir la maturation des noix. Jusque-là, on avait laissé aux rayons solaires le soin d'accomplir cette besogne, en exposant les noix au soleil, dans des mannes, durant les 8 à 10 jours suivant la récolte. Or, aujourd'hui, on porte les mêmes noix à la maturation en 24 heures, quel que soit l'état de l'atmosphère. On les place dans des mannes où, en six couches superposées, elles reçoivent d'en bas, grâce à un gril électriquement échauffé, de l'air sec qui traverse les différentes couches. L'insufflation de l'air se fait très lentement pour qu'il puisse prendre la température d'environ 60° C, mais non davantage, car un échauffement plus élevé produirait des effets nuisibles. — G.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Le réseau de distribution électrique de Glasgow.

Les résultats annuels de l'entreprise de distribution municipale électrique de Glasgow viennent d'être publiés et on y remarque que les recettes brutes ont été de 276 659 livres pour des dépenses d'exploitation de 161 049 livres; les intérêts et autres charges absorbent 99 697 livres, ce qui donne une balance de 61 352 livres. Si l'on en déduit les dépréciations du matériel et l'amortissement du capital, qui s'élèvent à 54 828 livres, il reste un surplus net de 6542 livres, qui a été inscrit au crédit du fonds de réserve. Cette année, les recettes ont augmenté de 16 133 livres et les dépenses d'exploitation de 6063 livres. On a produit 5 millions d'unités de plus que l'année dernière et le prix, par unité, a diminué de 0,006 fr. Les frais de production accusent une réduction dans le combustible consommé de 0,015 fr à 0,014 fr par unité et les autres dépenses ont également pu être réduites dans les mêmes proportions. Les tarifs qui, depuis octobre 1910 sont appliqués à Glasgow et permettent de donner aux abonnés l'énergie pour la cuisine et le chauffage à raison de 0,10 fr par unité au lieu de 0,30 fr pour l'éclairage, sans canalisation ni circuits séparés, ont continué à donner des résultats favorables. Le nombre des abonnés qui en ont profité a accru de 560. Mais la grève des mineurs a provoqué une augmentation de 10 000 livres sur les prix du charbon de l'année dernière. Les unités vendues aux abonnés privés se chiffrent par 42 721 349, soit un accroissement de 9,36 0/0. Sur ce nombre, 16 millions ont été pris par l'éclairage et 26 millions par la force motrice et le chauffage. L'entreprise compte 22 211 abonnés, y compris 947 pour le chauffage et 3140 pour la force motrice. Il y a 6018 moteurs en circuit, ayant une puissance totale de 40 645 ch au lieu de 5375 moteurs d'une puissance de 36 831 ch pour l'année dernière. La consommation du combustible avait été précédemment de 1,5 kg par unité tandis que, cette année, elle a été réduite à 1,4 kg, ce qui a permis de réaliser une économie de 5200 tonnes. Il y a deux ans, en prévision des nouveaux besoins, on avait projeté l'installation d'une station génératrice à Darmalnock Bridge; rien de décisif n'est encore survenu à ce sujet.

Quant au rapport annuel du réseau de tramways de Glasgow, il montre qu'il y a eu, cette année, une augmentation de 47 915 livres dans les recettes, mais aussi une augmentation de dépenses de 49 461 livres. Cet accroissement provient principalement des salaires et des dépenses extraordinaires survenus à la suite des grèves des employés de tramways. Les frais d'exploitation ont eu également à souffrir de la grève des mineurs et de la hausse des charbons. — A.-H. B.

## DIVERS

### Dégâts causés par la foudre en Angleterre.

On lit dans l'*Electrician* que, chaque année, on compte en Angleterre environ 400 immeubles endommagés par la foudre. Sur ces immeubles, seulement huit ou 2 0/0 sont pourvus de paratonnerres; les autres, soit 98 0/0, n'ont reçu aucune protection. Sur les bâtiments protégés et qui ont pourtant à souffrir de décharges atmosphériques, on trouve généralement que les dégâts sont dus soit à la présence d'un nombre insuffisant de conducteurs, soit à la pose défectueuse de ces conducteurs, soit enfin à la négligence apportée à maintenir une bonne communication avec la terre. Presque toujours, les dégâts sur

les immeubles pourvus de paratonnerres et cependant frappés de la foudre sont peu importants et il ne semble pas que l'on ait eu à déplorer un seul cas de mort, durant ces dix dernières années, dans les bâtiments en question; par contre, les cas de mort sont nombreux dans les immeubles ne portant aucun paratonnerre. — G.

## ÉCLAIRAGE

### Eclairage électrique des rues dans les petites villes aux Etats-Unis.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* résume comme il suit une étude d'un ingénieur américain, M. Stephens, sur la question ci-dessus :

Eu égard aux besoins en éclairage, les rues peuvent être partagées en trois groupes : 1° les grandes rues très animées; 2° les grandes rues peu fréquentées durant la nuit; 3° les rues secondaires situées dans les quartiers écartés. L'éclairement horizontal doit s'élever, pour la catégorie 1, à une moyenne de 0,8 lux (0,4 lux au minimum), pour la catégorie 2 à une moyenne de 0,25 à 0,4 lux. Aux Etats-Unis on utilise, pour l'éclairage des voies publiques, des lampes à arc flamme, des lampes à magnétite et des lampes à incandescence à filament métallique, ces dernières présentant des intensités lumineuses de 40 à 400 bougies normales. Relativement aux lampes à arc, il faut noter que la hauteur de suspension ne doit pas être inférieure à 6-8 m, tandis que les lampes à filament métallique sont placées généralement à une hauteur d'environ 4 m : par suite, les écarts entre les supports, pour ces dernières, sont moindres. En raison des circonstances ci-dessus, il convient d'employer généralement, dans les grandes rues et aux croisements, des lampes à arc, en affectant aux voies de la deuxième et de la troisième catégorie des lampes à filament de tungstène. La consommation en watts ne constitue qu'une question secondaire. Il semble avantageux de fixer les lampes affectées à l'éclairage public aux poteaux portant les canalisations de tramway, mais sans les placer à une hauteur de moins de 8 m. En outre, les globes des lampes et les réflecteurs exigent un soin tout particulier, afin que l'on puisse obtenir la répartition de lumière la plus avantageuse. Au reste, l'éclairage des rues dépend essentiellement des conditions locales, de la durée de la combustion, du nombre, etc., des sources lumineuses. — G.

## ÉLECTROCHIMIE

### Destruction électrolytique des térédos.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, une installation génératrice d'énergie électrique, flottante et pouvant se déplacer par ses propres moyens, a été employée avec succès, sur la côte américaine du Pacifique, pour détruire les térédos et autres tarets qui attaquent les pilotis des quais. Le courant est amené dans l'eau salée et il arrive que les produits de l'électrolyse qui s'ensuit tuent les insectes destructeurs en quelques minutes. Seule la tête, avec le corps vermiforme du térédo, pénètre dans le bois, la queue demeurant à la surface en contact avec l'eau; or, le chlore produit par l'électrolyse coagule la structure molle et gélatineuse de cette partie de l'animal. Sans doute, le traitement ci-dessus n'a pas pour effet de mettre le pilotis à l'abri de nouvelles attaques des térédos; mais on prétend qu'un renouvellement occasionnel de ce traitement empêche l'insecte destructeur de s'enfoncer à une grande profondeur, en sorte que le bois peut être préservé moyennant une dépense relativement peu élevée. L'opération est des plus simples. On garnit d'abord de fils le quai intéressé et on suspend à ces fils des électrodes qui sont immergées plus ou moins profondément, selon les conditions locales. L'installation génératrice peut fournir un courant de 20 000 à 40 000 ampères sous une très faible tension. On lance le courant pendant environ une heure en choisissant le moment où l'état de la marée facilitera, au lieu de l'entraver, la chloruration. — G.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Les stations d'électricité en Angleterre.

Les stations d'électricité et les entreprises de tramways dans le Royaume-Uni, ont eu de lourdes charges à ajouter à leurs dépenses ordinaires d'exploitations par suite des grèves qui se sont produites l'année dernière. Au milieu de 1911, beaucoup d'administrateurs de tramways ont dû subir des demandes d'augmentation de salaires de leurs ouvriers, mécaniciens, conducteurs; et, comme dans la plupart des cas, ils ont été obligés de faire droit à ces réclamations, il a fallu ajouter plusieurs milliers de livres sterling aux dépenses ordinaires. De même, les usines d'électricité étant tributaires des mines de charbon, à l'exception de celles qui fonctionnent avec moteurs Diesel ou moteurs à gaz, elles ont dû supporter de grosses augmentations de dépenses à la suite des grèves de mineurs. Je citerai, à ce sujet, deux exemples pris parmi beaucoup d'autres et relatifs à des entreprises les plus favorisées. La Compagnie des tramways de Glasgow accuse un accroissement de recettes de 47 915 livres, en comptant une moyenne de recettes de 10,56 pences par voiture mille, au lieu de 10,46 pences pour l'année précédente. Mais les dépenses d'exploitation montrent une augmentation de 49 461 livres (1 236 525 fr), soit de 337 penny par voiture-mille.

L'augmentation des recettes provenait d'un trafic spécial pour une exposition, de l'état prospère des affaires générales et de la douceur des mois d'hiver. Les dépenses d'exploitation comportaient 28 538 livres (713 450 fr) d'augmentation de salaires, et le reste en charbon, par suite des prix élevés résultant de la grève. Le résultat définitif a été une diminution de 17 000 livres (425 000 fr) sur les bénéfices comparés à ceux de l'année précédente. L'autre entreprise, dont mention peut être faite, est celle de la municipalité de Brighton pour la distribution de l'éclairage et de la force motrice. M. J. Christie, l'ingénieur et administrateur, a publié un rapport au sujet de la situation actuelle. Les frais de production par unité étaient réduits de 0,73 penny à 0,63 penny (0,06 fr), et les unités vendues étaient de 10 620 259, soit un accroissement de 334 579 unités Mais le charbon coûtait 1 fr de plus par tonne en moyenne. C'est pourquoi, malgré les économies réalisées pour le matériel générateur, où l'on avait réduit au minimum possible la consommation de charbon (c'est-à-dire de 2,30 kg à 1,90 kg par unité, soit un total de 3864 tonnes), on a constaté une augmentation de dépenses en charbon de 3500 livres (87 500 fr). Enfin, le fonds de réserve a été réduit à 20 637 liv.; et, pour parer à cet état de choses et réaliser quelques bénéfices supplémentaires, M. Christie a décidé de louer des appareils de cuisine et de chauffage aux abonnés, et d'essayer ainsi une nouvelle source de profits pour couvrir les pertes et empêcher la municipalité de recourir à un nouvel emprunt.

A Croydon, que l'on peut encore citer comme cas intéressant, M. Cramb, le directeur de l'entreprise, accuse un accroissement dans les unités vendues de 535 206, soit un total de production se montant à 6,5 millions d'unités. Les effets de la lampe à filament métallique ont presque complètement cessé, et le nombre des abonnés a augmenté par suite d'une intelligente publicité et des facilités procurées par la distribution. Les affaires augmentent et le courant est employé pour d'autres applications que pour l'éclairage et la force motrice. M. Cramb fonde de grandes espérances sur les affaires de chauffage et de cuisine. Malheureusement, la municipalité n'a pas encore l'autorisation de louer des appareils. Et, à côté de ces résultats, le prix du charbon a augmenté, à Croydon, de 1,85 fr par tonne; on en a consommé 16 106 tonnes. Aux usines, en 1909-1910, le charbon était payé à raison de 14,85 fr; il est actuellement à 17,15 fr. — A. H. B.

## LAMPES

### Lampe à mercure en quartz sans vide intérieur pour réseaux de tramways.

Dans une communication faite à la Société française de physique, MM. E. Darmois et M. Leblanc décrivent ce nouveau modèle de lampe.

Les lampes à mercure en quartz ont été jusqu'ici construites de la manière suivante : deux électrodes en mercure séparées par un espace vide dans lequel jaillit l'arc. L'ensemble constitue le brûleur.

L'allumage a lieu par basculement; en régime, la pression de vapeur à l'intérieur de la lampe est de l'ordre d'une atmosphère.

La lampe fonctionne comme un arc à longue flamme, la chute de tension entre les deux électrodes étant presque tout entière due à l'arc lumineux; cette chute de tension est une certaine fraction de la tension du secteur; le reste est absorbé dans une résistance de réglage.

La construction de ces lampes présente quelques difficultés :

1° Il a été difficile d'obtenir des scellements tenant le vide; cette difficulté, qui tient à la faible dilatation du quartz, a été résolue en bouchant les électrodes avec des tiges d'invar rodées dans le quartz. De tels scellements recouverts de mercure sont suffisamment étanches pour assurer au brûleur une durée de plusieurs milliers d'heures (1).

2° Le grand échauffement de l'anode et la vaporisation considérable qui s'y produit ont déterminé pour le brûleur une forme dissymétrique.

3° Les difficultés tenant à la longueur du tube illuminant ont empêché la réalisation d'une lampe pour les tensions continues supérieures à 220 volts.

Toutes ces difficultés ont été supprimées dans la lampe présentée devant la Société. Le principe de cette lampe est dû à deux ingénieurs anglais : MM. Kent et Lacell, du Silica Syndicate de Londres. Son étude et sa mise au point ont eu lieu dans les laboratoires de l'usine Westinghouse Cooper Hewit, à Suresnes.

Elle comprend essentiellement un tube, en forme de fer à cheval, destiné à contenir l'arc; l'appareil est plein de mercure et ouvert à l'air aux deux extrémités où pénètrent les conducteurs qui amènent le courant.

L'allumage est produit à l'aide d'une résistance de platine située vers le milieu et à l'extérieur de l'arc; la chaleur dégagée par cette résistance porte le mercure à l'ébullition; le filet de mercure est coupé, l'arc jaillit et refoule le mercure des deux côtés. Un dispositif spécial, basé sur ce refoulement du mercure, permet de mettre la chaufferie hors circuit aussitôt l'allumage effectué.

Les deux électrodes situées au bas de l'arc formé par le tube illuminant sont accolés; ce seul fait suffit à éviter une évaporation de l'anode

(1) Des essais nombreux ont été faits pour souder le platine ou ses alliages au quartz; ils avaient été jusqu'ici infructueux. M. Berlemont semble avoir réussi dernièrement dans ce sens; toutefois, il convient d'attendre les résultats que donneront ces soudures dans la pratique industrielle.

vers la cathode; la lampe est donc symétrique et sans polarité.

Cette lampe a été établie pour réseaux à 500 volts, elle consomme 1,2 à 1,5 ampère et donne 1500 bougies; grâce à l'emploi de résistances autorégulatrices et en consentant un rendement un peu plus faible que celui des brûleurs pour 220 volts, on a pu rendre la lampe stable pour les chutes de tension de 10 pour 100.

### Les points de fusion du tantale et du tungstène.

On lit dans l'*Elektrotechnik und Maschinenbau* que l'on a déterminé exactement, à l'Université américaine du Wisconsin, les points de fusion du tantale et du tungstène. A cet effet, on a relevé la température au moyen de pyromètres optiques et obtenu, grâce à un prisme, le faisceau de rayons monochromatiques servant aux observations. On a ainsi constaté que le point de fusion du tantale se trouve à 2798° C et celui du tungstène à 3002° C, ce qui fait ressortir, relativement au tantale, des différences de 100° par rapport à des mesures antérieures. On a, en outre, remarqué que le tantale, dans le four à graphite, peut être échauffé à plus de 2798° C, sans que la fusion se produise. Comme après le refroidissement, la matière traitée a eu son aspect modifié, on suppose que les vapeurs de carbone attaquent le métal et forment ainsi un alliage difficilement fusible. On n'a pu observer aucun rayonnement sélectif. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Congrès international de la télégraphie sans fil.

Le Congrès international de la télégraphie sans fil a pris fin le 5 juillet, à Londres, après vingt-huit séances. Avant de se séparer, les délégués ont tous signé les propositions des nouveaux règlements pour l'échange des messages entre les bâtiments et la côte, les anciennes règles ayant été revues et améliorées. Comme on pouvait le prévoir, surtout après la terrible catastrophe du *Titanic*, une attention toute spéciale a été consacrée pendant plusieurs séances à l'emploi de la télégraphie sans fil pour prévenir les désastres à la mer. On prit une résolution en vue d'établir à bord des navires un matériel puissant de télégraphie sans fil et conçue en ces termes :

« La conférence internationale radiotélégraphique, après avoir examiné les mesures à prendre en vue de prévenir les désastres à la mer et de prêter secours en cas d'accidents, exprime l'avis que, dans l'intérêt général de la navigation, il devrait être imposé à certaines classes de navires, l'obligation de posséder une installation radiotélégraphique Comme la conférence n'a pas le pouvoir d'imposer cette obligation, elle exprime le vœu que les mesures nécessaires soient prises dans ce but par les gouvernements. La conférence trouve important, en outre, que l'uniformité dans les appareils soit adoptée autant que possible par les divers pays qui imposeront cette obligation et elle est désireuse de voir ces gouvernements s'entendre pour l'adoption d'une base unique de législation. Enfin, la conférence recommande aux gouvernements d'établir dans chaque région maritime un certain nombre de stations de côtes munies d'un service permanent et répondant aux besoins de la navigation.

« On propose qu'à l'avenir, les bâtiments soient obligés de disposer d'une source auxiliaire d'énergie capable d'alimenter des appareils de radiotélégraphie pendant au moins 6 heures; l'installation de ce service de secours devant être placée d'une manière suffisamment sûre pour que l'arrêt des machines propulsives du navire ne puisse l'affecter. Afin de réduire les chances de non réception des appels de détresse, il y a lieu d'établir des règlements relativement à la surveillance des appareils à bord des différentes classes de bâtiments.

« C'est ainsi que sur les bâtiments de première classe, il doit y avoir un garde permanent et deux opérateurs au moins. Sur les bâtiments de deuxième classe, il n'y aurait pas de garde permanent, mais un opérateur devra écouter pendant les 10 premières minutes de chaque heure. Sur les plus petits navires, tels que bateaux de pêche, on établirait des périodes de veille irrégulières. L'incorporation des navires dans l'une de ces trois classes serait décidée par le gouvernement dans les différents pays. D'autres propositions tendent à ce que s'il devient probable que les appels de détresse ne puissent être entendus autrement, alors la station du navire et celle des côtes suspendront leur travail et écouteront à la fin de chaque quart d'heure. Des opérateurs de télégraphie sans fil seront sous les ordres du capitaine et un bâtiment en détresse sera sous le contrôle de toutes les stations du voisinage. Selon les déclarations publiées, il y a eu une discussion importante relativement aux règlements de la conférence de Berlin concernant les bâtiments qui communiquent avec les stations de côte les plus proches. On émit des propositions dans le but de modifier ces règlements et d'assurer les communications entre un bâtiment et une station qui n'est pas la plus voisine et le conférencier de Londres exprime l'avis que pour permettre cette communication on emploie une longueur d'onde spéciale et déterminée; cette disposition étant cependant limitée au cas de communications entre un navire et la station de côte du pays auquel le navire appartient. Il a été

également résolu que tous les navires devront pouvoir communiquer l'un avec l'autre indépendamment du système de radiotélégraphie employé. La conférence internationale de 1917 se tiendra à Washington, Etats-Unis d'Amérique. »

Quelques jours après la clôture de cette conférence, le congrès annuel de la compagnie Marconi s'est tenu à Londres. M. Marconi exprime à ce sujet la satisfaction de la compagnie et il parle ensuite du grand nombre des compagnies associées qui fonctionnent dans divers pays. Son discours représente l'amplification du rapport qui a été résumé dans l'*Electricien* le 10 juillet dernier. — A.-H. B.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Le railophone.

L'*Electrician* rapporte que le système de transmission sans fil de signaux induits, système imaginé par M. H. von Kramer pour communiquer avec les trains en marche et connu sous le nom de *Railophone*, vient d'être essayé avec succès à Stratford-sur-Avon. Ce système a reçu, depuis son assez récente apparition, plusieurs perfectionnements pratiques. Il consiste essentiellement en deux bobines enroulées sur les châssis d'un wagon et reliées respectivement au récepteur et au transmetteur d'un téléphone très sensible. Le long de la voie se trouve disposé un autre circuit relié à des appareils semblables qui sont logés dans une boîte à signaux. On peut ainsi communiquer téléphoniquement entre la boîte et un train en marche. De plus, au moyen d'autres circuits semblables disposés sur la voie et d'un relais sensible, on peut, à partir de la boîte à signaux, faire parvenir au train en marche un signal perceptible et, au besoin, actionner ses freins. On peut, en outre, de la même manière, envoyer certains signaux d'alarme à partir du train en marche jusqu'à la boîte à signaux. Enfin, deux trains pénétrant simultanément sur la même section peuvent être amenés automatiquement à s'arrêter, grâce au même dispositif, par suite du fonctionnement de leurs freins. — G.

### Connexions téléphoniques pour les navires dans les ports.

L'*Electrical World* annonce que la compagnie téléphonique de New-York a adopté des mesures spéciales pour relier à son réseau les grands paquebots stationnant dans le port de cette ville. A cet effet, des fils sont amenés du bureau central jusqu'aux quais, où ils aboutissent dans des boîtes de prise de contact. Des boîtes de prise de contact semblables sont aménagées sur les navires. Aussitôt qu'un bâtiment ainsi pourvu arrive au quai, un agent de la compagnie relie entre elles les deux boîtes de contact au moyen d'un câble souple : dès lors, l'équipage et les passagers du navire peuvent communiquer avec la terre. Déjà plusieurs bâtiments de la ligne Cunard ont reçu une pareille installation. — G.

### Cabines téléphoniques silencieuses.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* rapporte que la maison Otto, Scherell et C^ie^, de Nordhausen, construit des cabines téléphoniques dans lesquelles ne pénètre absolument aucun bruit du dehors. Les parois de cette cabine sont formées de cinq lames en bois superposées en forme de croix, collées ensemble et incrustées d'un sextuple isolement. Cette installation fait éviter l'emploi de coussins de rembourrage. Les cabines en question se démontent en six parties; on peut donc les faire pénétrer par toutes les portes et les transporter facilement, même dans des escaliers étroits. Les mêmes cabines ont reçu des ouvertures isolées laissant passer les conducteurs d'éclairage électrique et les fils du téléphone, en sorte qu'il devient inutile de percer leurs parois. — G.

### Le premier réseau téléphonique officiel en Chine.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* apprend qu'un service téléphonique a été officiellement organisé à Pékin. On vient, en effet, d'installer dans cette ville deux bureaux centraux, qui peuvent recevoir au total 6400 abonnés. Ces deux bureaux ont été, avec les lignes, construits par l'Etat, qui assure lui-même leur exploitation. Ils desservent déjà 3000 abonnés recrutés dans la ville chinoise et dans la ville tartare seulement. Les autres quartiers de Pékin doivent être ultérieurement pourvus, eux aussi, de réseaux téléphoniques. La première installation ci-dessus n'a entraîné qu'une dépense de 750 000 fr. Il convient de remarquer, d'ailleurs, que dans le quartier des légations il existait déjà de nombreuses lignes téléphoniques qui ont été aménagées depuis longtemps et que l'on a pu prolonger jusqu'aux bureaux centraux précités. — G.

## TRANSFORMATEURS

### Un transformateur d'essai à 500 000 volts.

Nous empruntons à l'*Electrical World* les détails et les figures ci-après, à propos d'un transformateur à 500 000 volts que vient de construire la Compagnie américaine « Westinghouse Electric and Manufacturing », d'East Pittsburgh (Pensylvanie).

Ce transformateur (fig. 39) est destiné à l'essai de l'isolement des transformateurs et autres appareils à haute tension. La construction adop-

tée donne une solution très ingénieuse du problème, solution obtenue sans que l'on ait eu à

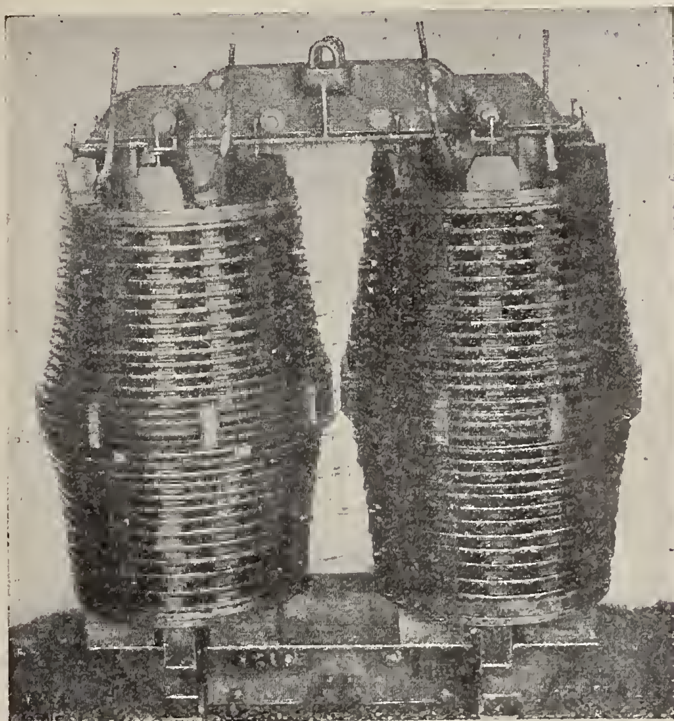


Fig. 39. — Transformateur d'essai à 500 000 volts.

accroître excessivement la quantité des matériaux isolants utilisés et le volume de l'appareil.

Le transformateur précité n'a qu'une seule borne à haute tension; l'autre extrémité de l'enroulement est mise à la terre. Comme la plupart des essais d'isolement peuvent s'effectuer avec un côté mis à la terre, cette particularité ne com-



Fig. 40. — Transformateur d'essai dans son enveloppe protectrice.

porte aucune difficulté; elle présente, au contraire, de nombreux avantages.

On remarquera qu'avec une extrémité mise à la terre de l'enroulement à haute tension, il est nécessaire d'isoler, pour la pleine tension du transformateur, l'extrémité non mise à la terre et, en outre, la borne à haute tension. D'autre part, si le point central de l'enroulement était mis à la terre et si les deux extrémités aboutissaient à des bornes isolées, il suffirait d'isoler les extrémités de l'enroulement et les bornes pour la moitié de la tension du transformateur; par exemple, dans le cas d'une tension de 750 000 volts entre les bornes, il ne faudrait isoler l'enroulement et les bornes, par rapport à la terre, que pour la moitié de cette tension, c'est-à-dire pour 375 000 volts. On voit donc que le problème de l'isolement, pour une tension donnée aux bornes, présente bien plus de difficultés quand une extrémité de

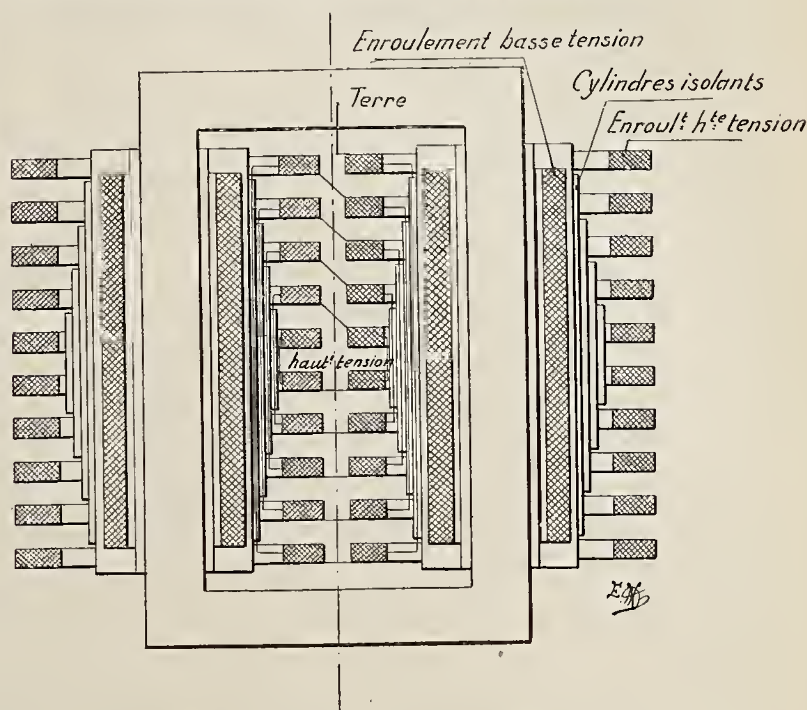



Fig. 41. — Section transversale du transformateur d'essai.

l'enroulement est mise à la terre que quand le point central lui-même se trouve mis à la terre. Une grande partie des essais d'isolement se font depuis les enroulements de l'appareil examiné jusqu'à la terre : or, l'exécution de pareils essais avec un transformateur ayant son centre placé à la terre est très incommode, car elle nécessite l'installation de l'appareil sur un support isolé du sol pour la moitié de la tension d'essai.

Le problème de l'isolement a été ingénieusement résolu. L'isolement de l'enroulement à basse tension et celui entre la haute et la basse tension s'obtiennent au moyen de cylindres isolants. On isole du noyau l'enroulement à haute tension, non pas en interposant de grandes masses isolantes, mais en subdivisant l'enroulement à haute tension et en reliant les bobines de manière que la bobine présentant le potentiel maximum par rapport à la terre se trouve être la plus éloignée de la culasse.

Ce dispositif est représenté figure 41. L'ex-

trémité, non mise à la terre, de l'enroulement se trouve au centre de la colonne des bobines. Les bobines placées plus près des culasses sont plus rapprochées de l'extrémité mise à la terre, de l'enroulement ; leur potentiel, par rapport à la terre, est relativement moindre. Les bobines disposées à l'extrémité, mise à la terre, de l'enroulement, touchent à peu près les culasses. L'écart entre la bobine et la culasse augmente avec le degré de tension, plus élevé que celui du sol, et la graduation de potentiel, à partir de la borne non mise à la terre, est, par suite, fixe et uniforme. Les enroulements d'un pareil transformateur ont développé une tension de 600 000 volts sans révéler le moindre symptôme d'avarie.

La borne à haute tension est du type à condensateur bien connu. Elle est formée de couches alternatives de matières isolantes et de feuilles d'étain, couches proportionnées, quant à la longueur et à l'épaisseur, de manière que la graduation du potentiel sur la surface s'étendant de la borne de la ligne jusqu'à la terre, se trouve être à peu près uniforme. Le grand « chapeau » recouvrant le sommet de la borne doit empêcher la formation d'une couronne, il est fait avec du bois recouvert de feuilles d'étain. Il a pour effet de rendre uniforme le champ statique depuis la borne de ligne jusqu'au sol et d'empêcher une concentration du champ statique. En l'absence de ce chapeau, on a constaté la présence de la couronne avec une tension d'environ 350 000 volts. Avec le chapeau, aucune couronne ne se manifeste jusqu'à 570 000 volts. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Mise en valeur de l'énergie hydraulico-électrique du Mississippi.

Nous lisons dans l'*Electrical Wold*, qu'en prévision de l'achèvement, promis pour le 1er juillet 1913 au plus tard, de la grande usine hydraulico-électrique que l'on construit actuellement à Keokuk (Jowa) sur le Mississipi, la Compagnie « Union Electric Light and Power » de Saint-Louis se préoccupe déjà de trouver le placement des importantes quantités de courant qui lui parviendront de cette usine. Elle a donné à ce courant l'appellation d' « énergie non raffinée » pour le différencier de celui produit par la vapeur. Elle le distribuera à ses abonnés par quantités d'au moins 200 kw sous la tension de 13 200 volts et au régime de 25 périodes. Les abonnés établiront à leurs propres frais ou payeront leur installation de transformation. Le courant sera livré au prix de 104 fr le kw-an pour la première série de 200 kw et au prix de 78 fr le kw-an pour toute quantité au-dessus de 200 kw. On percevra, en outre, un droit d'environ 2,6 centimes par kw-heure. De vastes plans de distribution ont déjà été élaborés : leur réalisation rendra l'énergie « non raffinée » disponible sur tous les points de Saint-Louis pour l'alimentation des usines. On compte que l'établissement de Keokuk aura un débit d'au moins 100 000 kw et que, sur ce chiffre, 60 000 kw ou plus seront envoyés à Saint-Louis, soit à environ 250 km du point de production. — G.

# Bibliographie

**Bureau des longitudes. — Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel.** — 1° Pour donner l'heure (T. M. G.) (signaux horaires); 2° Pour permettre de comparer avec une grande précision les pendules astronomiques ou les chronomètres placés en des points compris dans la zone d'action de la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel. Un volume, format 23 × 14 cm, de IV-56 pages avec 21 figures. Prix : 1,75 fr. (Paris, librairie Gauthier-Villars.)

Depuis deux ans, des signaux horaires sont transmis deux fois par jour par la station radiotélégraphique militaire de la Tour Eiffel. Ces signaux, destinés en principe à donner l'heure aux navires, n'ont pas tardé à être utilisés par les services publics et les particuliers qui ont besoin d'une heure précise tant en France que dans les pays voisins, et nombreuses sont déjà les installations uniquement destinées à leur réception. Le Bureau des Longitudes, qui avait pris l'initiative de provoquer leur envoi, se devait à lui-même d'aider à augmenter encore leur diffusion en vulgarisant les divers modes d'installation des appareils de réception à employer suivant les cas et la contexture des signaux. C'est l'objet des deux premiers chapitres de cette notice.

Le troisième concerne surtout les géodésiens et les astronomes. Ils y trouveront exposée en détail la méthode pour la comparaison à distance, à moins de 1 centième de seconde, de pendules ou de chronomètres par l'observation des coïncidences de leurs battements avec les signaux rythmés émis spécialement par le poste de la Tour Eiffel, méthode qui a été mise au point sous les auspices du Bureau des Longitudes et expérimentée avec un succès complet au cours des déterminations comparatives de la différence de longitude Paris-Bizerte organisées par lui en 1911.

Table des matières : Installation des appareils de réception. Antenne. Prise de terre. Appareil récepteur. Signaux horaires. Organisation du service. Envoi des signaux horaires par la Tour Eiffel. Comparaison précise de pendules astronomiques ou de chronomètres à distance. Insuffisance des signaux horaires pour les compa-

raisons précises à distance. Principe de la méthode des coïncidences. Principe de l'emploi de la télégraphie sans fil. Montage d'ensemble d'un poste récepteur. Exécution des opérations. Conventions relatives à l'envoi des signaux radiotélégraphiques rythmés. Disposition des appareils pour la réception. Préparation des feuilles de comparaisons. Exécution des comparaisons. Remarques diverses. Calcul des comparaisons. Emploi d'émissions musicales.

**B. G. Teubners Sammlung von Lehrbüchern auf dem Gebiete der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Band XI. The dynamics of particles and of rigid, elastic, and fluid bodies.** *(Collection B. G. Teubner de traités appartenant au domaine des sciences mathématiques et de leurs applications. Volume XI. La dynamique des molécules et des corps rigides, élastiques et fluides),* par Arthur Gordon Webster. 2e édition. Un volume format 220 × 150 mm de XII-588 pages. Prix, relié : 14 mark. (Leipzig, B.-G. Teubner, éditeur, 1912).

L'étude de la dynamique est souvent négligée par le physicien, d'une part à cause des difficultés qu'elle présente, et, d'autre part, en raison de ce que les nombreux et excellents traités sur la matière, existants en anglais, s'adressent surtout au mathématicien et qu'ils attribuent de l'importance aux exemples d'analyse ou de trigonométrie, plutôt qu'à l'élucidation des lois physiques. Aussi l'objet du traité ci-dessus est-il de présenter, sous une forme compacte, un exposé des développements fondamentaux de la dynamique qui devraient être familiers à tout étudiant en physique, aussi bien qu'à l'étudiant en mathématiques.

Le traité en question comprend la série des conférences faites par l'auteur, professeur de physique à l'Université de Clark (Etats-Unis), durant ces quatorze dernières années. Il s'applique à envisager ce qui est essentiel pour l'intelligence des phénomènes physiques, en évitant ce qui offre un intérêt surtout mathématique. Il se divise en trois parties, dont la première envisage les lois du mouvement en général et les méthodes qui sont applicables aux systèmes de toutes sortes. La deuxième partie est consacrée au mouvement des corps rigides et particulièrement à leur rotation, c'est-à-dire à une question qui, bien que présentant une importance pratique capitale pour l'ingénieur, ne laisse pas d'être souvent négligée par l'étudiant physicien. Enfin, la troisième partie étudie la théorie du potentiel, la dynamique des corps déformables. L'exposé de la théorie de la fonction potentielle introduit les plus importants théorèmes mathématiques et prépare à la lecture des chapitres suivants. Puis vient la question du travail et de la tension avec des applications aux problèmes les plus simples de l'électricité, y compris le problème de Saint-Venant sur la flexion et la torsion des prismes. Plus loin, en matière d'hydrodynamique, ce sont les questions principales du mouvement de l'onde liquide et du tourbillon, avec un court exposé des phénomènes des marées et des fluides visqueux.

Grâce à cet arrangement et à ce choix des matières, l'étudiant trouvera, dans le livre ci-dessus, une excellente préparation à l'étude approfondie du son, de la lumière et de l'électricité.

# Nécrologie.

## HENRI POINCARÉ

La science vient d'éprouver une très grande perte. Henri Poincaré, ce grand génie, vient de mourir le 17 juillet, à l'âge de 58 ans.

Henri Poincaré était membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences, professeur à la Sorbonne, membre du Bureau des longitudes, commandeur de la Légion d'honneur, etc., etc.

Ses obsèques ont eu lieu le 19 juillet avec une grande simplicité. Des délégations de l'Institut, de plusieurs sociétés savantes et d'académies étrangères ont accompagné le modeste savant à sa dernière demeure. De très nombreuses notabilités appartenant au monde scientifique et au monde politique avaient tenu à venir rendre hommage à la dépouille mortelle de celui dont le monde savant regrette la mort prématurée.

Nous ne saurions mieux retracer la brillante carrière d'Henri Poincaré qu'en reproduisant la notice que M Marcel Géraud lui consacre dans l'*Action.*

UN GRAND MORT

### HENRI POINCARÉ

Ceux qui ont flâné aux abords de l'Institut ont pu souvent apercevoir un homme d'assez haute taille, marchant d'un pas hâtif, les mains au dos, indifférent à la rue, à ses passants, à son vacarme, éternellement concentré dans l'effort de sa pensée; sa mise était très simple, presque négligée; le désordre de sa barbe et de ses cheveux grisonnants attestait le peu d'importance qu'il accordait au « paraître » dans la table des valeurs humaines. Pénétrant rapidement dans l'Institut, il montait d'un pas toujours pressé l'escalier qui mène à l'Académie des sciences ou à l'Académie française, et

toujours son regard, vif derrière le lorgnon, gardait sa fixité, car, ce distrait, rien ne pouvait le distraire de sa méditation.

Tel apparaissait Henri Poincaré.

Un jour, il avait écrit : « La recherche de la vérité doit être le but de notre activité; c'est la seule fin qui soit digne d'elle. » Ce fut bien la règle de sa vie. Tout en lui le laissait entendre.

Combien de savants, combien de philosophes au monde étaient capables de vivre l'intimité de sa pensée, de comprendre toutes ses idées, en leur vigueur subtile; combien pouvaient dignement converser avec lui? Bien peu, certes. Il avait tant marché, et d'un pas toujours alerte, et avec des directions toujours certaines, sur ce sentier rocailleux et abrupt qui est celui de la connaissance humaine, qu'il était parvenu à des hauteurs où règne la solitude. Il le constatait parfois avec mélancolie. Nous le constatons aujourd'hui avec fierté, puisqu'il fut nôtre.

Appliquant à la recherche de la vérité l'immortel principe cartésien : « Ne rien tenir pour vrai que ma raison ne m'ait tout d'abord démontré tel », il s'était assimilé longuement, patiemment, et avec une intelligence essentiellement créatrice, tout ce que la culture scientifique humaine a pu transformer d'inconnu en connu. Mathématiques, astronomie, physique, chimie, cosmogonie : son cerveau avait tant et si passionnément embrassé qu'on avait pu l'appeler sans hyperbole « le cerveau vivant des sciences rationnelles ». Et sur tous les points, il avait rénové, approfondi, inventé.

A vingt-quatre ans, il publiait ses premières découvertes, solutions lumineuses aux problèmes mathématiques les plus difficiles, et immédiatement sa notoriété devenait européenne. A trente ans, il devenait titulaire de la chaire de physique générale à la Sorbonne; un champ nouveau s'ouvrait à sa puissance d'investigation; et ce fut alors la révision des principes généraux des sciences expérimentales, l'étude approfondie des phénomènes optiques, notamment des rapports de l'éther lumineux et de la matière, la recherche des lois de la mécanique nouvelle issue des radiations mystérieuses et des conceptions qu'elles suggèrent sur la constitution de l'univers.

A trente-deux ans, il entrait à l'Académie des sciences. Son bagage de candidat académicien comptait plus de trois cents publications et plus de treize cents lorsqu'il entra, vingt-deux ans plus tard, en 1908, à l'Académie française.

De tout son œuvre, ce à quoi il attachait peut-être le plus de prix, c'était sa *Mécanique céleste*. Là, plus qu'ailleurs, si l'on peut dire, il découvre, il crée. Il critique Newton et Laplace. Il démontre ce que l'on peut appeler, pour user du mot de son beau-frère, l'éminent philosophe M. Boutroux, la *contingence* des lois de la gravitation universelle. Il rénove les idées en cours sur la stabilité du système solaire.

Le voici atteignant aux plus hautes généralisations. Il s'interroge sur *la valeur de la science*, sur le rôle de l'Hypothèse. Et ce qu'il faut ici bien marquer, c'est l'admirable sincérité intellectuelle dont il ne s'est jamais départi. Au terme de sa carrière, dans son traité sur les hypothèses cosmogoniques, il se garde d'affirmer, et il confesse loyalement son incertitude. Il y a quelques jours encore, reprenant le problème de la stabilité solaire, il déclare que ses efforts pour arracher à la nature tout son secret ont été vains et il s'en remet, pour le reste, « à des géomètres plus heureux que lui... »

C'est dire que nul plus qu'Henri Poincaré n'a réfléchi sur les limites de la science. Ayant fait en lui la somme de la connaissance humaine, il a confirmé que les notions d'espace et de temps, ces cadres dans lesquels s'insèrent nos représentations de l'univers, sont des notions toutes subjectives, et que le fond des choses nous reste insaisissable. Quelle leçon de tolérance et de modestie!

D'aucuns ont exploité ces aveux loyaux. Ils ont proclamé la banqueroute de la science. Que les cris de ces faux disciples ne nous fassent point oublier l'âpre croyance du maître. Sans doute, il pensait qu'il y a encore, dans ce que nous savons, bien de la probabilité et de l'hypothèse. Mais il estimait aussi que l'ensemble des sciences mathématiques est un prodigieux instrument de mesures, bien adapté à l'évaluation des phénomènes de l'univers. Il a montré, et avec quelle force! que si nous ne pouvons pas pénétrer l'essence intime du réel, atteindre à l'être en soi, du moins il est monstrueusement faux de dire que notre science n'est qu'une création de nos cerveaux sans rapports avec le réel. Les applications pratiques de la science ne prouvent-elles pas la part de vérité qu'elle contient?

Henri Poincaré, un sceptique? Comment eût-il pu croire à l'inanité de la recherche de la vérité celui qui a donné son existence à cette recherche? Et justement cette existence de travail fécond, parce que passionné, est le plus bel acte de foi en la valeur de l'effort, en la grandeur du labeur humain.

Marcel Géraud.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S<sup></sup>-JACQUES.

# L'électrification de l'heure, système Collin.

Les partisans de la *remise à l'heure* tirent argument en faveur de leurs systèmes du fait que l'électricité n'intervenant qu'à des intervalles relativement fort éloignés, pour donner une sorte de *coup de pouce* à des horloges marchant à poids ou à ressort, les ratés sont de peu d'importance à la seule condition d'avoir en ligne des mécanismes un peu soignés.

C'est là évidemment un avantage, mais il est compensé par le prix plus élevé d'une installation.

On a proposé et essayé pas mal de systèmes de remise à l'heure.

Un des plus anciens et en même temps des plus simples est celui qui a été imaginé par Collin, horloger de mérite, décédé il y a quelques années. En voici le principe :

Les horloges remises à l'heure, qui doivent être de bonne qualité, sont réglées avec une *légère tendance à l'avance*. Supposons que cette avance soit, par exemple, de dix secondes au moment où doit se produire la remise à l'heure. L'horloge réglée arrivera à ce moment dix secondes avant l'horloge réglante. Elle s'arrêtera. Et le balancier battra à vide jusqu'à ce que l'horloge principale ait parcouru les cinq secondes d'avance. Alors la liberté sera rendue à l'échappement de l'horloge réglée qui se trouvera exactement à l'heure de la réglante.

Les deux figures 42 et 43 que nous donnons ici expliquent le mécanisme du système.

La première représente une horloge distributrice de remise à l'heure. Elle comporte deux leviers dont l'un appuie sur le pourtour d'une came en forme de limaçon faisant un tour en une heure, par exemple, tandis que le second est fixe et à une certaine distance.

Au fur et à mesure que le limaçon se déplace, le premier levier se soulève peu à peu et finit par venir toucher le levier fixe. Le courant de la pile peut dès ce moment passer dans la ligne commandant les horloges remises à l'heure et il y passera jusqu'à ce qu'il soit coupé par la chute du premier levier frotteur dans l'encoche du limaçon. On conçoit qu'il soit facile de régler le moment précis où se produira le contact des deux leviers.

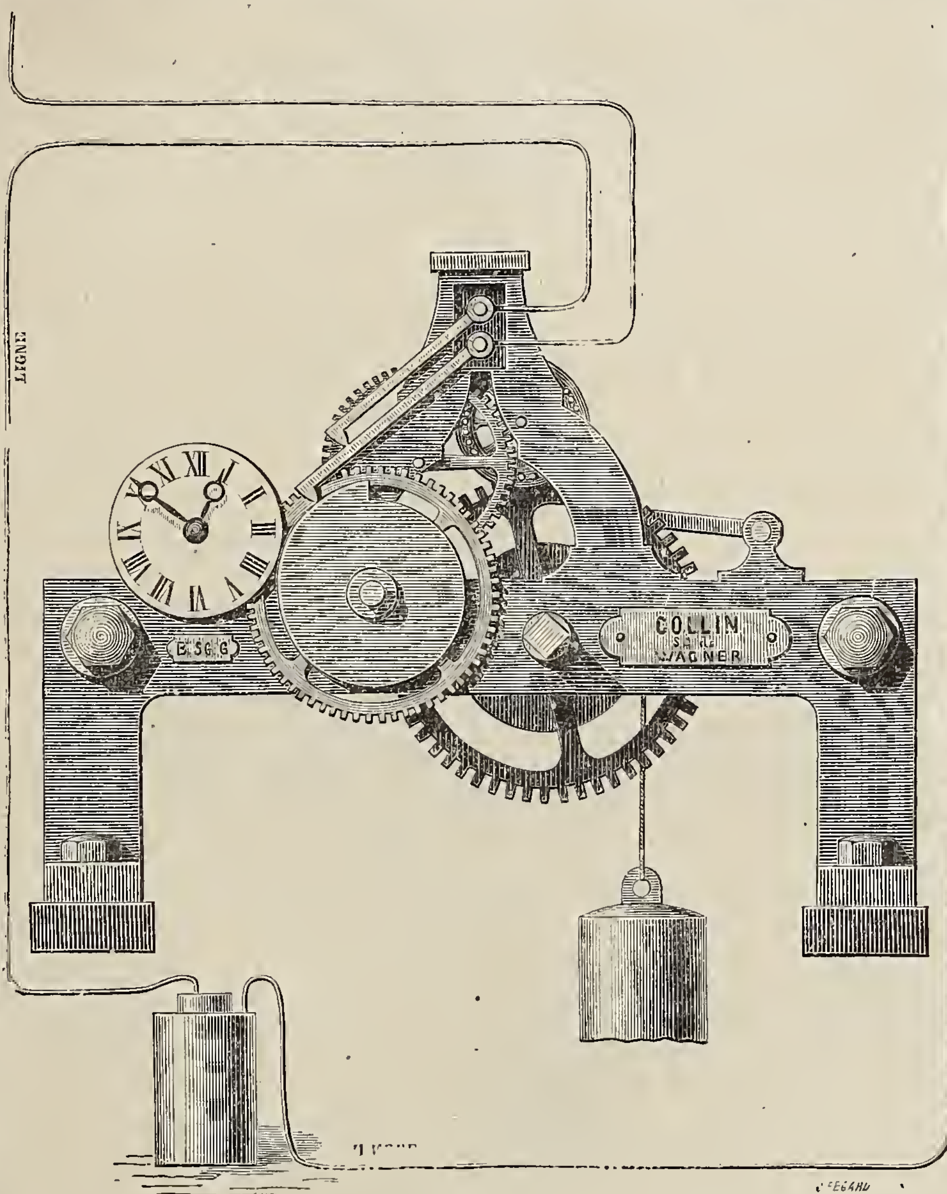


Fig. 42.

Voyons maintenant ce qui va se passer dans l'horloge réceptrice représentée par la figure 43.

Cette horloge possède, elle aussi, un levier frottant sur le pourtour d'une roue taillée en limaçon.

Lorsqu'elle est arrivée à l'heure, soit par exemple une dizaine de secondes avant l'horloge

distributrice, ce levier tombe brusquement dans l'encoche de la came. Il se trouve alors en contact avec le levier plus court qu'on voit en dessous, sur la figure. Le courant auquel l'horloge distributrice a laissé le chemin libre, et qui n'attend que ce contact pour passer dans l'électro, dessiné au-dessus de la figure, se précipite dans la voie qui lui est offerte. L'électro attire la longue armature qu'il a en face de lui et celle-ci engage son bec entre les dents de la roue d'échappement. Ce dernier arrêté instantanément, le pendule continue de battre, mais à vide. Et cela jusqu'au moment de l'heure exacte, moment où, à son tour, le levier frotteur de la distributrice, tombant dans l'encoche de son limaçon, coupe le courant.

A cet instant, un ressort antagoniste retire des dents de la roue d'échappement le bec de l'armature de l'électro. La roue d'échappement reprend sa course interrompue et l'horloge réceptrice se retrouve exactement à l'heure avec la distributrice.

Le levier supérieur qu'on voit sur la figure sert simplement à conduire le courant dans le levier frotteur.

Les brevets de Collin pour ce système sont très anciens et datent de *1866*.

Il est certain que ce système est à la fois simple et ingénieux.

Il laisse à chaque réceptrice son autonomie. *Il ouvre simplement au courant la porte nécessaire à la remise à l'heure des réceptrices pendant un temps déterminé,* deux minutes par exemple. *Chaque réceptrice profite de ce courant le temps dont elle en a besoin,* deux, dix, vingt secondes.

Le système peut s'appliquer à un nombre considérable d'horloges. Rien n'empêche, en effet, de disposer le limaçon de l'horloge distributrice de façon qu'il opère autant de fermetures et d'ouvertures de courant que l'on voudra dans une heure. Chacune de ces séries d'ouvertures et de fermetures pourra être utilisée pour une horloge ou un groupe d'horloges.

Collin faisait remarquer les avantages de ce procédé dans la brochure dont j'ai parlé plus haut.

« On peut arriver à régler, écrivait-il, alors même que, par cas fortuit, la force électrique dont on dispose vient à diminuer très notablement et à devenir insuffisante. Dans ce cas, il arrive que *les horloges, au lieu de se régler toutes ensemble, ne se règlent que successivement.*

« Si, par exemple, on a six horloges dont la première est réglée à 0 minute, la seconde à 10, la troisième à 20, etc., voici ce qui se produit quand le courant a faibli : *l'horloge qui avance le plus et qui a le plus besoin de remise à l'heure fait la première agir son commutateur et emploie pour s'arrêter tout le courant disponible; elle se remet donc à l'heure tandis que les autres ont en vain fait agir leur commutateur* sans parvenir à s'arrêter et à se remettre à l'heure, leurs électros n'ayant pu attirer leurs armatures.

« On n'a donc cette fois qu'une remise à l'heure sur six, mais *à l'heure suivante l'horloge qui, après celle dont il vient d'être parlé,* avance le plus, prendra le courant et se remettra seule à l'heure, les autres manquant le réglage. Les choses se continueront ainsi jusqu'à ce que toutes les horloges se soient individuellement remises à l'heure et le résultat pratique sera encore bon. »

Cette remise à l'heure, qui pourrait s'appeler *automatiquement fractionnée,* a été employée par le constructeur dans les installations qu'il fit jadis à la caserne de la Cité et au collège Rollin.

La plus intéressante application que Collin ait fait de ses théories et de ses appareils est celle de Roubaix qui date déjà de trente-quatre ans.

Son système a été également appliqué à un certain nombre d'horloges parisiennes en un temps où l'Administration de la Ville-Lumière s'était mis dans l'idée de faire de l'unification. On employait alors comme agent de transmission entre les horloges réglantes et réglées les lignes télégraphiques laissées pendant quelques instants à la disposition du service horaire. C'est ainsi que l'on procède à Neufchâtel (Suisse) lorsque l'Observatoire de cette ville transmet son signal d'heure à peu près à toute la Suisse.

Il paraît qu'en ce moment, l'unification de l'heure bénéficie d'un regain de faveur administrative. Il y a, je crois, une commission compétente qui fonctionne et doit fournir à la ville une opinion et peut-être des idées. Nous aurons l'occasion, si quelque chose se produit à la suite des travaux de la dite commission, d'en parler dans les colonnes de l'*Electricien.*

Il m'a paru intéressant de signaler le système de Collin parce que je le considère, malgré son ancienneté, comme très susceptible, avec quelques perfectionnements de détails, d'une application générale et pratique. Il justifierait presque l'axiome qui veut que la première idée soit toujours la meilleure, s'il n'y avait précisément un autre axiome concurrent d'après lequel il faut se défier du premier mouvement!

Collin était un esprit fort original.

N'ayant fréquenté l'école mutuelle que jusqu'à l'âge de treize ans — je tiens ce renseignement

de sa propre bouche — il s'était fait lui-même et il avait conservé des luttes de sa jeunesse le tempérament vigoureux et combattif qu'il garda jusqu'à sa mort.

Il ne se piquait pas de littérature et écorchait volontiers les mots prétentieux d'origine savante, mais il avait l'esprit pointu et piquait sans modération ses adversaires.

artiste Rédier, et par Georges Sire, docteur ès-sciences, alors directeur de l'Ecole d'horlogerie de Besançon.

Collin sut habilement souligner cette partialité en inscrivant sur ses notes et catalogues, en regard de la date de 1867, la mention : Hors d'examen du jury.

C'était fort bien trouvé!

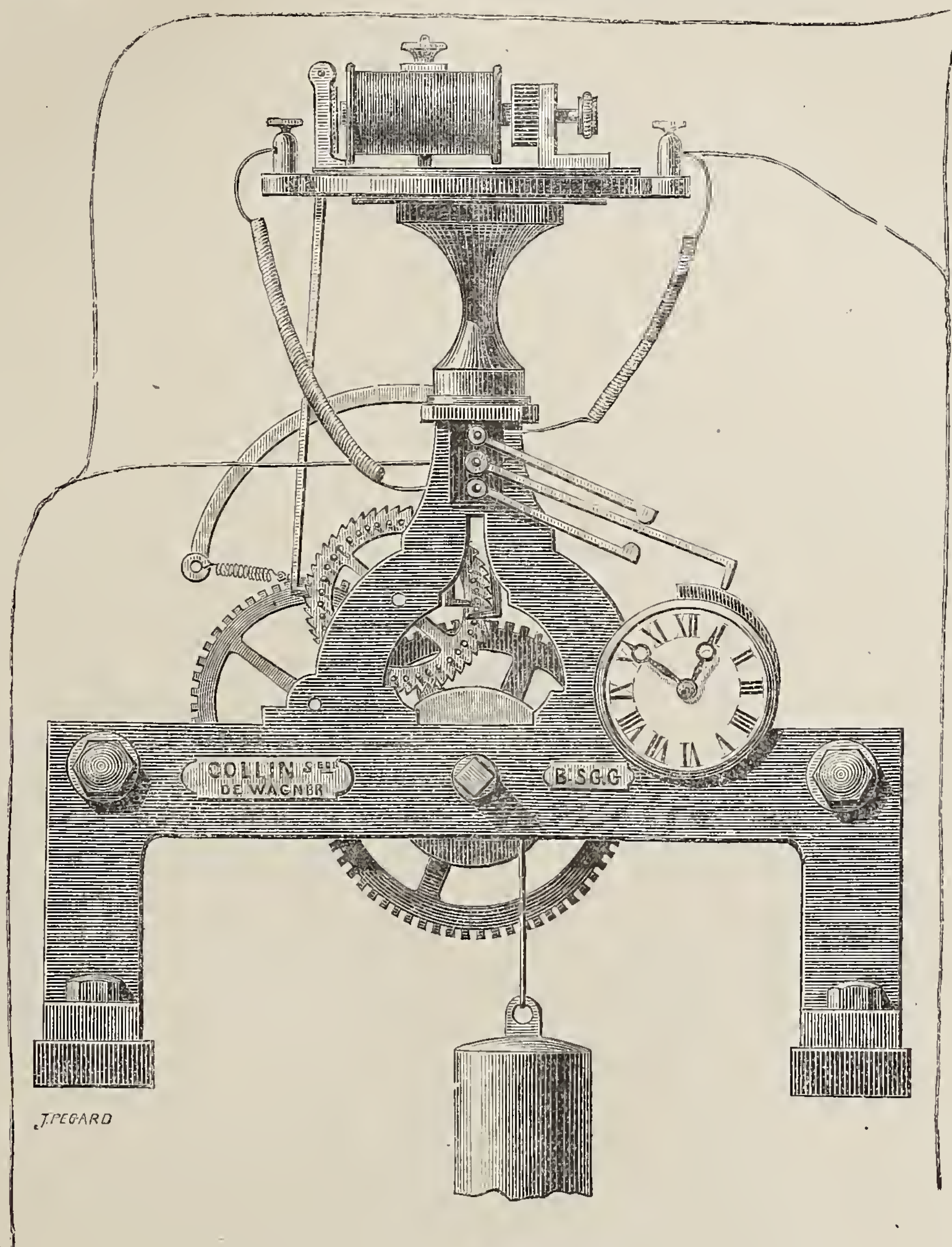



Fig. 43.

A l'exposition de 1867, Collin exposait, pour la première fois, ses appareils d'horlogerie électrique. Il avait du reste une fort remarquable réunion de pièces intéressantes. Le jury ne daigna même pas leur accorder une minute d'attention.

Ces jurés d'horlogerie de 1867 firent d'ailleurs, en général, preuve d'une partialité qui fut relevée par nombre d'intéressés, spécialement par l'habile

Si bien trouvé même que tous ceux qui ont eu le prospectus de Collin entre les mains s'imaginaient que cela signifiait : Hors concours.

Les successeurs de Collin eux-mêmes l'ont cru longtemps.

Vingt ans après, Collin racontait encore avec plaisir cette bonne blague!

Léopold Reverchon.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

On se propose ici, non de traiter d'une façon doctrinale cette question importante, mais simplement d'attirer l'attention sur quelques remarques, d'ordre plutôt pratique, destinées à faciliter l'étude des projets.

Il y a deux manières de distribuer l'énergie en employant des courants continus. L'une, dite à *intensité constante*, consiste à faire parcourir par le courant électrique successivement tous les appareils d'utilisation. Cette distribution en série n'est possible qu'à intensité constante, puisque le courant est le même en tout point d'un circuit. Les appareils d'utilisation doivent être établis pour fonctionner tous avec une intensité de courant uniforme; ils absorbent alors une différentielle proportionnelle à la puissance qui leur est nécessaire. Les deux principaux inconvénients de ce mode de distribution sont l'*inindépendance* des appareils d'utilisation, à laquelle on ne peut parer qu'au prix d'une perte d'énergie, et l'obligation d'alimenter le circuit avec une génératrice produisant une tension égale à la somme des tensions des appareils d'utilisation desservis par ce circuit. Il y a aussi quelques avantages, notamment la facilité du réglage et la marche des machines à puissance constante, ce qui permet d'obtenir un très bon rendement en prévoyant convenablement leurs constantes. Il est évident aussi que, dans ce cas, le calcul des lignes est très simple, uniforme, et qu'en particulier la règle de lord Kelvin, dont on parlera plus loin, trouve son application; de plus ces lignes, nécessairement à haute tension, sont d'un établissement économique.

Malgré ces avantages indéniables, ce système de distribution s'est fort peu répandu en France, et l'on se contentera seulement de signaler qu'il peut fournir, dans certains cas particuliers, des solutions très intéressantes.

Le second système de distribution est celui dit à *tension constante*, dans lequel on cherche à alimenter chaque appareil d'utilisation sous une tension aussi uniforme que possible. Absolument comme dans une distribution d'eau, tous les récepteurs sont branchés sur une conduite maîtresse, de laquelle on peut à volonté les isoler au moyen d'un interrupteur sans apporter ainsi aucun trouble aux appareils voisins. On complète cette indépendance en disposant un appareil de sûreté, fusible ou disjoncteur automatique, sur chacun des conducteurs qui relient le récepteur aux conduites maîtresses. La fusion du coupe-circuit ou le déclenchement du disjoncteur isolent automatiquement l'appareil d'utilisation avarié, le fonctionnement restant assuré pour tous les autres.

On a parlé de conduites maîtresses ou câbles principaux; l'idéal dans ce système serait de raccorder directement chaque appareil d'utilisation à la source de courant. Mais on conçoit que ce dispositif, possible à la rigueur pour de petites applications, deviendrait vite impraticable à mesure qu'augmenteraient le nombre et l'éloignement des récepteurs. Aussi, malgré ses avantages, lui substitue-t-on toujours des procédés différents qui se réduisent tous à l'emploi plus ou moins judicieux de canalisations principales.

C'est, en effet, un problème fort complexe et pas toujours commode à bien résoudre que de réaliser une bonne distribution d'énergie à tension constante, dès qu'il s'agit d'installations un peu étendues et quand on veut tenir compte de toutes les conditions du problème, non seulement techniques, mais financières. Les dépenses d'établissement et celles d'exploitation peuvent varier notablement avec les dispositions choisies; aussi, comme en définitive, il ne s'agit pas seulement de résoudre élégamment un problème, mais de faire une bonne affaire, on ne saurait apporter trop de soin à ces études. La difficulté n'est pas dans l'exécution des calculs, qui ne sont nullement transcendants, mais bien dans la manière de les conduire en vue de concilier toutes les exigences qui se présentent.

On sait que la résistance électrique $R$ d'un conducteur, le courant $I$ qui le traverse et la différence de potentiel aux bornes $U$ sont liés par la loi d'Ohm:

$$U = RI \qquad (1)$$

Il faut bien comprendre que cette loi signifie que pour faire passer un courant d'intensité $I$ ampères dans un conducteur de résistance $R$ ohms, il faut appliquer aux bornes de ce conducteur une différence de potentiel $U$ volts. Si on exclut, provisoirement, les variations de température, $R$ est une constante; par conséquent, la différence de potentiel à appliquer aux deux extrémités du conducteur est proportionnelle à l'intensité du courant qui doit y circuler. Il revient au même de dire que ce courant est

proportionnel à la tension appliquée au conducteur qui en est le siège.

Cela étant, on suppose qu'on a réalisé une installation dans laquelle une génératrice fournit du courant à un récepteur. Les choses sont telles, par exemple, que le récepteur, une lampe à incandescence, est alimenté sous 110 volts et reçoit 1 ampère. Une raison quelconque oblige à ajouter en série avec la lampe une certaine résistance, utile au fonctionnement, dont la valeur est de 10 ohms. Pour faire passer dans cette résistance supplémentaire le courant de 1 ampère, il faudra une différence de potentiel supplémentaire de

$$10 \times 1 = 10$$

soit 10 volts. Comme il en faut déjà 110 pour la lampe, la génératrice devra en produire

$$110 + 10$$

soit 120.

Toute l'étude des distributions électriques réside dans ce simple fait.

Si un récepteur a besoin pour son fonctionnement d'une différence de potentiel déterminée, par exemple 110 volts, la génératrice doit produire une différence de potentiel supplémentaire égale au produit des résistances accessoires par le courant qui les traverse.

Le récepteur ne peut être relié à la génératrice que par des conducteurs de cuivre ou d'aluminium qui ont une certaine résistance électrique globale $R$ ohms qui, traversés par un courant de $I$ ampères exigent une différence de potentiel supplémentaire de $R\,I$ volts.

On sait que la résistance $R$ absorbe, consomme, dépense $R\,I$ volts. Si la différence de potentiel que produit la génératrice est limitée, la présence d'une résistance parasite de $R$ ohms a donc pour effet de réduire de $R\,I$ volts, pour un courant de $I$ ampères, la différence de potentiel aux bornes du récepteur. C'est ce qu'on exprime en disant que cette résistance $R$ provoque une chute de tension $R\,I$ volts.

La résistance d'un conducteur s'exprime avec un coefficient physique spécial à chaque matière, qui est sa résistivité. On désigne généralement la résistivité par la lettre $\rho$. La résistance $R$ d'un conducteur est alors

$$R = \rho \frac{L}{s} \qquad (2)$$

$L$ étant la longueur du conducteur et $s$ la section.

Hors les cas spéciaux de traction électrique, un circuit électrique a généralement deux conducteurs, de telle sorte que $L$ désignant la longueur du circuit, — distance entre la source de courant et le récepteur, mesurée suivant le trajet des fils, — la longueur des conducteurs constituant le circuit est double et la résistance électrique du circuit est égale à

$$R = \rho \frac{2L}{s} = 2\rho \frac{L}{s}. \qquad (3)$$

La chute de tension $R\,I$ s'obtient en multipliant la résistance $R$ par l'intensité $I$ du courant et d'après l'égalité (3) on a

$$RI = 2\rho \frac{L}{s} I. \qquad (4)$$

Si on désigne par $u$ la chute de tension $R\,I$ dans la résistance des conducteurs, on peut encore écrire la relation (4) ci-dessus sous la forme

$$u = RI = 2\rho L \frac{I}{s} \qquad (5)$$

Le quotient $\frac{I}{s}$ de l'intensité du courant par la section qu'il traverse s'appelle densité de courant, s'exprime en ampères par centimètres ou millimètres carrés et se désigne généralement par la lettre $\Delta$, de sorte qu'on peut écrire pour la valeur de la chute de tension dans un circuit de longueur $L$ (définie comme ci-dessus) en fonction de la densité de courant $\Delta$

$$u = 2\rho L \Delta \qquad (6)$$

On reconnaîtra à l'usage la commodité de cette formule, qui sera mise plus loin sous une forme encore plus directement applicable.

Il faut remarquer, dès maintenant, que la chute de tension $u$ est proportionnelle à la fois à la longueur du circuit et à la densité de courant. Mais habituellement la longueur du circuit est connue, c'est une quantité fixe, de sorte que la chute de tension est proportionnelle à la densité du courant et, inversement, la densité de courant peut être d'autant plus élevée qu'on s'accorde une chute de tension plus élevée; pour une longueur donnée de circuit, doit-on ajouter, pour être tout à fait précis.

Dans la formule (6) $\rho$ est la résistivité du conducteur, généralement du cuivre; en unités *C G S*, elle s'exprime en ohms-centimètres. Alors $u$

est exprimé en volts, $\Delta$ en ampères par centimètre carré et $L$ en centimètres. Ces unités n'ont rien d'incommode et on peut très bien employer la formule telle quelle.

Mais on peut aussi dans la même formule exprimer $L$ en mètres et $\Delta$ en ampères par millimètre carré, ce qui est plus conforme aux besoins de la pratique, en multipliant simplement le coefficient par une puissance de 10. Soit, en effet, $L'$ mètres la longueur d'un circuit, le nombre qui représente la longueur de ce circuit exprimée en centimètres serait évidemment

$$L' \times 100$$

Soit $\Delta'$ la densité de courant exprimée en ampères par millimètre carré. Le nombre représentant cette même densité de courant évaluée en ampères par centimètre carré, nombre qui représenterait le courant traversant une section 100 fois plus grande serait

$$\Delta' \times 100.$$

Si on prend la résistivité du cuivre égale à $1,6 \times 10^{-6}$ ohms-centimètre, la chute de tension sera

$$u = 2 \times 1,6 \times 10^{-6} \times L' \times 100 \times \Delta' \times 100$$

ou, en réduisant les puissances de 10,

$$u = 2 \times 1,6 \times 10^{-2} \times L' \Delta'$$
$$u = 0,032\, L' \Delta'.$$

C'est sous cette forme que l'on utilisera désormais la formule qui donne la chute de tension en volts, $L$ longueur du circuit (mesurée suivant le trajet des conducteurs entre points extrêmes) étant exprimée en mètres et $\Delta$ densité de courant en ampères par millimètre carré de section.

$$u = 0,32\, L \Lambda.$$

Il ne faut pas oublier que le coefficient de cette formule contient le facteur 2 qui tient compte du fait qu'il y a deux conducteurs et qu'ainsi la longueur qui constitue la résistance est double de la longueur du circuit.

Pour calculer le coefficient 0,032 on a la résistivité du cuivre égale à $1,6 \times 10^{-6}$ ohms-centimètre, valeur qui correspond à la température de 0°.

Or, la résistivité varie avec la température suivant une loi exprimée par une formule analogue à celle des binômes de dilatation des solides, liquides et gaz. La résistivité augmente avec la température.

Voici les coefficients pratiques tout calculés à faire figurer dans la formule suivant les températures.

| Températures. | Résistivité. | Coefficients. |
|---|---|---|
| 0° | $1,6 \times 10^{-6}$ | 0,032 |
| 15° | $1,7 \times 10^{-6}$ | 0,034 |
| 30° | $1,8 \times 10^{-6}$ | 0,036 |
| 43° | $1,9 \times 10^{-6}$ | 0,038 |
| 58° | $2 \times 10^{-6}$ | 0,040 |

On prend le plus généralement dans les calculs le coefficient qui correspond à 30°, valeur la plus probable et plutôt par excès, mais il peut être bon dans certains cas de vérifier ce qui se passe à des températures plus élevées. Ce serait le cas par exemple d'une canalisation surchargée, siège d'une densité de courant trop forte et dont on voudrait vérifier la chute de tension.

La formule et les divers coefficients indiqués permettraient même de se rendre compte de l'échauffement de la canalisation et par conséquent du degré de sécurité qu'elle présente. Voici comment on doit procéder :

On fait passer dans la canalisation le courant $I$ qu'elle est appelée à supporter pendant un temps suffisant pour qu'un régime de température s'établisse. On note alors la température ambiante, puis on mesure la différence de potentiel appliquée au départ et celle existant au point d'utilisation. La différence de ces deux mesures donne la chute de tension dans la ligne. Connaissant l'intensité du courant et la section du conducteur, on a tous les éléments du calcul. Dans la formule (7) on connaît, en effet,

$$u, \quad L \quad \text{et} \quad \Delta.$$

On peut donc en déduire la valeur particulière du coefficient numérique que l'on désigne provisoirement par K.

$$K = \frac{u}{L\Delta} \qquad (8)$$

Or, on a obtenu ce coefficient K en multipliant la résistivité $\rho$ d'abord par 2, puis successivement deux fois par 100.

$$K = 2\rho \times 100 \times 100 \qquad (9)$$

expression de laquelle on déduit :

$$\varphi = \frac{K}{2 \times 10\,000} = \frac{K}{2 \times 10^4}. \qquad (10)$$

Le coefficient K, et par suite la résistivité $\rho$ trouvés au moyen du calcul indiqué par la formule (8) se réfèrent à la température $t$ prise en régime par le câble. Cette température étant mise en évidence en affectant de l'indice $t$ les quantités qui en dépendent, on peut écrire :

$$\varphi t = \frac{K_t}{2 \times 10^4} \qquad (11)$$

Si on désigne par $\rho_0$ la résistivité du métal du câble à $O^0$, sa résistivité à la température $t^0$ est donnée comme on l'a indiqué par une formule binôme

$$\varphi t = \varphi_0 (1 + \alpha t) \qquad (12)$$

formule dans laquelle $\alpha$ est ce qu'on appelle le coefficient de température relatif au métal considéré, et $t$ la température inconnue à déterminer.

Cette formule donne facilement pour $t$ l'expression :

$$t = \frac{\varphi t - \varphi_0}{\alpha \varphi_0} \qquad )1\ 3)$$

Cette expression (13) jointe aux équations (11) et (8) résout complètement la question.

Ceci suppose, bien entendu, qu'on a, au préalable, déterminé les valeurs de $\rho_0$ pour le métal constituant le conducteur. Dans les cas ordinaires de la pratique, cette détermination préalable n'est pas nécessaire et on peut se contenter de nombres indiqués dans les tables des formulaires. Pour le cuivre employé usuellement comme conducteur, on prend généralement :

$$\varphi_0 = 1{,}6 \times 10^{-6} \text{ ohms-centimètre}$$
$$\alpha = 0{,}0043 \qquad \text{entre } 0^0 \text{ et } 100^0 \text{ C.}$$

Il ne faut pas perdre de vue que la valeur $t$ ainsi trouvée est celle qui résulte de l'état électrique du système et doit être ajoutée à la température ambiante. Si on appliquait un thermomètre contre le métal du conducteur, c'est la somme de ces deux températures qu'on trouverait.

On donnera d'ailleurs plus loin quelques applications de cette méthode.

On peut se dispenser de calculer les résistivités aux diverses températures et procéder graphiquement. Il suffit d'observer que la formule (12) dans laquelle on considère $t$ comme variable et $\rho_t$ comme fonction, est l'équation, en coordonnées cartésiennes d'une droite dont l'ordonnée à l'origine est $\rho_0$ et le coefficient angulaire $\alpha\rho_0$. Il est dès lors très facile de construire cette droite.

Si on prend la formule (7) avec le coefficient correspondant à la température de 30° C, on a

$$u = 0{,}036\, L\Delta \qquad (14)$$

Dans les applications, il y a une quantité qui est généralement une donnée du problème, c'est $L$; mais on peut se donner *a priori* soit $u$, soit $\Delta$.

Cela correspond à deux problèmes différents :

1° Quelle densité de courant faut-il adopter pour transporter à une distance donnée $L$ une certaine puissance avec une chute de tension donnée ?

2° Quelle chute de tension produira-t-on dans un circuit de longueur donnée en y transportant une certaine puissance avec une densité de courant fixée ?

Comme exemple du premier problème, soit une canalisation de 100 m de long dans laquelle on veut transporter une certaine puissance avec une chute de tension de 5 volts, on trouve la solution en résolvant l'équation (14) par rapport à $\Delta$, ce qui donne en remplaçant les lettres par leurs valeurs :

$$\Delta = \frac{5}{0{,}036 \times 100} = 1{,}4$$

soit 1,4 ampères par millimètre carré,

Il faudra donc donner aux conducteurs une section d'autant de millimètres carrés qu'il y aura d'ampères à transporter. Pour 10 ampères il faudra 14 $mm^2$; pour 50 ampères, 70 $mm^2$ et ainsi de suite.

Voici maintenant un exemple du second problème.

Une canalisation a 100 m de longueur et on veut transporter une certaine puissance avec une densité de courant de 2 ampères par millimètre carré.

On détermine la chute de tension $u$ en faisant application directe de la formule (14) qui donne :

$$u = 0{,}036 \times 100 \times 2 = 7{,}2 \text{ volts.}$$

Si la tension au départ est de 110 volts, cetet perte de 7,2 volts serait certainement excessive surtout avec du courant cher; on serait probablement conduit à choisir une densité de courant plus faible.

Dans bien des cas, par exemple, les secteurs de distribution d'électricité à Paris, la chute de tension maximum est fixée à l'avance. Mais le plus souvent cette détermination n'est pas faite et le choix de la densité de courant convenable constitue un des éléments délicats du problème.

*(A suivre).* Ch. Vallet.

# L'ozone au Chemin de fer Central de Londres.

Le chemin de fer souterrain qui traverse la capitale anglaise de la Cité aux faubourgs ouest, en deux tunnels parallèles et presque rectilignes et qu'on désigne communément sous le nom bien expressif de « Tube » était, jusqu'à ces derniers temps, ventilé en fermant, pendant un certain temps, après le passage du dernier train, toutes les portes souterraines et en aspirant de l'air frais à travers ce double tube de 11 km de longueur, au moyen d'un ventilateur de 200 ch installé à Shepherd's Bush. Ce processus, répété chaque nuit, était complété par un ventilateur à fonctionnement continu installé à la station du Musée britannique, et par la ventilation naturelle provoquée par les trains en mouvement. Or, étant donné le trafic sans cesse croissant et surtout la mise en service prochaine des deux extensions de Liverpool Street et d'Ealing, l'administration de ce chemin de fer s'est vue dans la nécessité de perfectionner son système de ventilation, en assurant à ses voyageurs un apport continu d'air frais. Les excellents résultats dernièrement obtenus avec l'ozone les engagèrent à recourir à cet agent si efficace et dont l'emploi paraît tout indiqué au point de vue sanitaire.

On sait que Schœnbein qui, en 1840, signalait l'existence de l'ozone, attira le premier l'attention des chimistes sur les actions oxydantes dont ce corps est capable. Pendant de longues années encore, on ignora la nature chimique exacte de l'ozone, pour la simple raison qu'il était impossible de l'obtenir en quantités relativement grandes et qu'une étude détaillée de sa composition se heurtait à l'extrême intensité de son action. On finit toutefois par démontrer que l'ozone n'est autre que de l'oxygène concentré, c'est-à-dire de l'oxygène dont les molécules comportent trois atomes au lieu de deux. C'est à Andrews que revient l'honneur d'avoir prouvé que cette substance, quelle que soit sa provenance, est un corps chimique bien défini, à savoir, de l'oxygène sous une forme allotropique.

L'ozone est présent dans l'atmosphère en quantités minimes. Ses sources principales sont, semble-t-il, les décharges électriques qui ont lieu pendant les orages, les éclairs, l'évaporation de l'eau, surtout de l'eau de mer, et l'action, sur l'air, de certains produits végétaux. D'autre part, il est formé par l'action de la lumière du soleil. L'ozone de l'atmosphère joue un rôle important, en maintenant l'air pur et frais et en détruisant la matière organique délétère sans cesse produite par les matières en décomposition, les exhalaisons animales, etc. C'est surtout dans l'air de la mer et des montagnes que l'ozone abonde; c'est en quelque sorte le désinfectant de la Nature qui, sur les autres désinfectants, présente l'avantage incontestable de douer l'air de propriétés précieuses, en le rendant plus salubre et plus fortifiant pour les organes respiratoires.

Ce n'est donc qu'imiter la Nature que de se servir de cet agent pour ventiler et épurer l'air des enceintes closes. Cette ventilation est effectuée, soit par un courant continu, soit par un courant intermittent d'air ozonisé, établi à des intervalles convenables. A part la grande propreté de ce procédé, il se recommande par la sensation de fraîcheur et de vigueur qu'il produit et qui est la bienvenue surtout en été, lorsqu'on suffoque dans les salles et les chemins de fer dépourvus de ce mode de ventilation. D'autre part, la présence même d'une trace d'ozone pur garantit l'épuration complète de l'air.

Les installations si grandioses du chemin de fer central, faites par les soins de la société « Ozonair », sont combinées avec des écrans de filtrage retenant toute impureté solide en suspension dans l'air. L'air puisé à une source aussi pure que possible et filtré à travers les écrans entre dans un compartiment de mélange où il est épuré et partiellement stérilisé par de l'ozone. Il est ensuite enrichi par l'addition d'une quantité minime d'ozone pur, qui lui donne les qualités rafraîchissantes de l'air de montagne ou de mer. Du compartiment de mélange, l'air épuré est distribué, par un système de conduites et de tubes, aux différentes parties des tunnels et aux gares du chemin de fer. Cette méthode évite évidemment

les courants d'air, et comme la quantité d'ozone peut être réglée à volonté, on fait varier l'atmosphère suivant la température et l'état barométrique. Le fonctionnement du système est entièrement automatique et n'est commandé que par deux à trois commutateurs électriques ordinaires. Une fois que les moteurs et le reste de l'installation ont été mis en marche, aucune surveillance n'est requise pendant des jours entiers.

L'installation du chemin de fer central comporte un poste indépendant à chaque station, à l'exception de Shepherd's Buch, si proche de l'extrémité ouverte du double tunnel. Chaque ozoniseur se compose de 10 unités génératrices, chacune desquelles comporte une mince plaque de mica recouverte de côté et d'autre d'une toile métallique; ce système de 10 plaques dûment espacées est monté sur des supports isolants. Les toiles métalliques sont reliées au secondaire d'un petit transformateur fournissant du courant alternatif à une tension de plusieurs milliers de volts; de menues décharges électriques innombrables se produisent partout sur les surfaces opposées des plaques. Le mélange d'air enrichi d'ozone qu'on produit ainsi est conduit, par un tuyau, au compartiment de mélange du ventilateur principal, où il se mélange avec le courant d'air de ventilation, soufflé à travers la conduite principale vers les différentes conduites de distribution. La plupart des postes ventilateurs du chemin de fer central mettent en circulation chacun environ 10 080 m³ d'air par heure; la génératrice produit de l'ozone en quantité suffisante pour assurer le mélange voulu. Les tableaux de distribution de chaque poste permettent de régler à tout moment la proportion d'ozone et le volume du courant d'air.

Les ventilateurs principaux sont du type « Sirocco »; ils sont, pour la plupart, commandés par des moteurs de 7,5 ch. Chaque ozoniseur est alimenté en courant sous 5000 volts par un transformateur recevant du courant à 380 volts d'un petit convertisseur rotatif de 550 volts. Ces postes fournissent chacun de 154 à 182 m³ d'air par minute, mais ceux des stations de Holland Park et British Museum ont été prévues pour fournir des quantités bien plus grandes (504 et 280 m³ par minute respectivement), la première en raison de l'absence d'un poste ozoniseur à Shepherd's Bush.

Le choix des sections de conduites, déterminé dans chaque cas par l'espace disponible, présentait des difficultés souvent très sérieuses. A chaque station, une petite partie de l'air ozonisé est fournie à la salle des bureaux de location, aux toilettes, etc., tandis que la plus grande partie est amenée vers le bas, à travers la conduite principale, à une conduite de distribution située au-dessous de chaque quai de départ et d'où 5 à 6 conduites verticales vont émettre l'air dans la station, à une hauteur de 2,1 m au-dessus du quai. Deux embranchements de la conduite principale se continuant dans les deux tunnels à une distance d'environ 12 m, dans la direction de marche des trains, fournissent de l'air ozonisé à ces tunnels. L'action des trains consiste à entraîner l'air ozonisé jusqu'à la prochaine station, ce qui assure l'arrivée d'air frais et ozonisé sur toute la longueur du tunnel. Un tiers environ de l'apport d'air est distribué aux quais des gares les deux tiers restants sont fournis aux tunnels.

Dr Alfred Gradenwitz.

# Les accidents d'exploitation dans les réseaux électriques (1).

Nous nous proposons d'étudier ici les différents phénomènes qui produisent des accidents au matériel des réseaux de distribution. Nous essayerons ensuite d'établir logiquement les moyens d'y remédier. Ces accidents peuvent être dus, soit à des causes extérieures, soit à des variations brusques dans le régime interne des distributions, et jusqu'ici les auteurs qui se sont occupés de la question ont classé les différents phénomènes d'après leurs causes visibles, en admettant que chacune d'elles donnait lieu à des perturbations caractéristiques. On a supposé, par exemple, que les actions atmosphériques créaient soit des courants de haute fréquence, soit des charges inductives dans les lignes, ces dernières devant être écoulées sous forme de courant continu; ou encore, que les ruptures d'interrupteurs donnaient lieu à des surtensions de fréquence relativement basse.

(1) Communication faite à l'Association des ingénieurs-électriciens sortis de l'Institut électrotechnique Montefiore.

On peut procéder de cette manière, à condition de donner à l'appui de ces hypothèses un nombre suffisant de preuves ou de présomptions matérielles, mais on peut aussi examiner la question autrement.

Cherchons à donner la liste de toutes les actions qui pourront être dangereuses pour le matériel, sans nous occuper des causes qui peuvent les produire, et, quand nous les aurons toutes envisagées, nous chercherons un remède à chacune.

Il peut se développer dans le réseau :

*a*) Des charges statiques, c'est-à-dire des charges développées dans les lignes par l'influence de corps extérieurs électrisés.

*b*) Des ondes se propageant dans la ligne avec des fronts très raides, celles-ci étant tout à fait assimilables à la masse d'eau qui se propagerait sur une lande, à la rupture d'une digue.

*c*) Des perturbations de haute fréquence.

*d*) Des perturbations à basse ou moyenne fréquence.

*e*) Des augmentations brusques du courant du réseau.

*f*) Des phénomènes lents de destruction des isolants par le fait de l'action de l'air extérieur.

Nous ne voyons pas qu'il puisse y avoir d'autres phénomènes que ceux que nous avons énumérés, c'est-à-dire des augmentations de tension continue ou alternative à fréquence basse ou élevée, des ondes qui sont destructives, non par suite de la grandeur de leur tension, mais bien parce qu'elles créent dans les enroulements des répartitions de potentiel anormales, des intensités plus fortes que celles pour lesquelles le matériel est calculé, enfin l'action directe des agents atmosphériques.

*Charges statiques.* — Ces charges sont créées dans la ligne soit par l'approche de corps électrisés (nuages, neige, grêle, etc.), soit par des différences dans le potentiel des couches atmosphériques.

Les charges statiques tendent à s'écouler à la terre sous forme de courant continu.

On se pose donc le problème de trouver un appareil laissant passer le courant continu et non le courant alternatif des machines. La solution immédiate consiste à relier chaque conducteur à la terre par l'intermédiaire d'une bobine de self-induction à noyau de fer ayant une faible résistance ohmique. Si la self de l'appareil est assez grande, le débit en alternatif déwatté sera insignifiant; si sa résistance ohmique est assez faible, le débit pour le courant continu pourra être considérable. Ces bobines écouleront les charges statiques à partir du moment même où celles-ci commenceront à se développer. C'est de toute évidence l'appareil le plus parfait qui existe et tous les autres appareils actuellement connus ne seront que des palliatifs, la plupart du temps insuffisants.

Les appareils à jet d'eau, par exemple, qui ont le même débit en alternatif et en continu, devront avoir une très grande résistance ohmique, ce qui ne les empêchera pas de dépenser continuellement et inutilement une grande quantité d'énergie tout en ayant une efficacité assez faible contre les charges statiques.

Les parafoudres à cornes auront le défaut de ne commencer à fonctionner que quand la surtension aura déjà acquis une valeur dangereuse. De plus, même quand ils entreront en jeu, ils n'auront qu'un faible débit, car, pour éviter que ces appareils ne créent par leur fonctionnement des résonances et des surtensions dangereuses, on doit toujours les mettre en série avec de grandes résistances dont la valeur varie de 20 000 à 40 000 ohms suivant les tensions d'emploi.

*Ondes à front très raide.* — Ces ondes proviennent de ce que le régime du réseau étant brusquement troublé en l'un de ses points, un nouveau régime doit s'établir dans toute son étendue, ce qui ne peut se produire instantanément. Une onde de tension ayant son origine au point de perturbation se propage alors de proche en proche dans la ligne.

Pour nous faire mieux comprendre, prenons quelques exemples. Supposons (fig. 44) qu'un

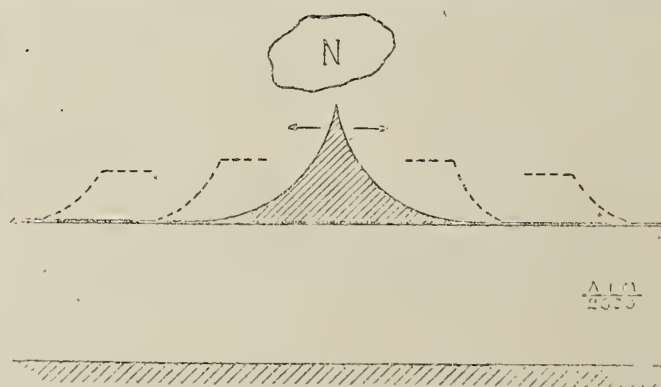



Fig. 44.

nuage N ait induit une charge dans la portion de ligne située immédiatement au-dessous de lui. Cette charge se maintiendra aussi longtemps que le potentiel du nuage et sa distance à la ligne restent invariables. S'il se produit une décharge entre le nuage et la terre ou entre ce nuage et un autre, son potentiel sera brusquement ramené à zéro. La charge n'étant plus maintenue s'écoulera à gauche et à droite de la ligne, en produisant deux

vagues de tension qui se propageront avec une vitesse voisine de celle de la lumière.

Il y a d'autres cas où il se produit des phénomènes analogues quand, par exemple, on branche brusquement un moteur ou un transformateur sur un circuit sous tension. La borne d'entrée de l'appareil se met au potentiel du réseau alors que le reste du bobinage est encore au potentiel de la terre. Une onde de tension se propage à l'intérieur de l'enroulement jusqu'à ce que le régime soit établi.

Lors de la production ou de la rupture d'un court-circuit il part du point de perturbation une onde analogue à celle dont nous venons de parler.

On voit de suite que de telles ondes ont pour résultat de créer entre des points de la ligne distants de quelques mètres seulement des différences de potentiel très grandes. Ces ondes pénétrant dans les bobinages des machines, la totalité de leur différence de potentiel pourra être appliquée entre deux spires très voisines et même entre deux spires superposées dans l'enroulement et séparées par une simple isolation de coton. Il suffit donc, pour que l'onde soit destructive, qu'elle ait le potentiel nécessaire pour perforer l'isolation de fil à fil, c'est-à-dire quelques centaines de volts, même si le transformateur ou l'alternateur sont bobinés pour des tensions de plusieurs milliers de volts.

Si, au contraire, il s'agissait d'une surtension à fréquence peu élevée (quelques milliers de périodes), la différence de potentiel maximum se trouve appliquée à tout l'enroulement et, si la tension de la décharge n'est pas égale à plusieurs fois la tension de l'appareil, il n'y a pas de danger de claquage.

On voit la différence profonde qui existera dans les effets de la décharge suivant qu'il s'agit d'une onde ou d'une surtension à basse fréquence.

Dans le premier cas, il suffirait de quelques centaines de volts pour crever un enroulement; dans le deuxième cas, il faudra une tension égale à plusieurs fois celle de la machine.

Nous allons maintenant examiner quelle sera l'influence d'un condensateur, branché sur la ligne, sur la propagation de ces ondes. Considérons (fig. 45) une onde à front linéaire se propageant le long d'une ligne.

On a démontré que l'expression de la propagation d'une telle onde pouvait s'écrire (1).

(1) Ivan Dory, *Elektrotechnik und Maschinenbau*. N[os] 5-6, 1909. — Wien.

$$e = -\mathrm{F}\left(t - \frac{x}{v}\right) + f\left(t + \frac{x}{v}\right)$$

$$i = -\sqrt{\frac{\gamma}{\lambda}}\left[\mathrm{F}\left(t - \frac{x}{v}\right) + f\left(t + \frac{x}{v}\right)\right]$$

$x$ représentant l'abscisse de la ligne au temps $t$, $v$ la vitesse de propagation de l'onde, $\gamma$ et $\lambda$ la capacité et la self-induction kilométriques, uniformément réparties, de la ligne.

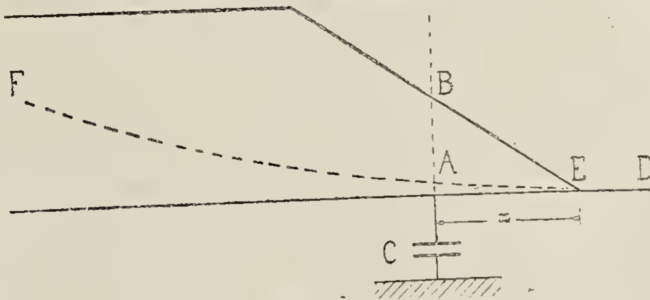



Fig. 45.

Dans ces expressions de la force électromotrice $e$ et de l'intensité $i$, le premier terme représente l'onde directe et le deuxième, une onde qui viendra se superposer à la première par réflexion de celle-ci en bout de ligne.

Nous avons pour but d'annihiler l'onde directe ou du moins d'en modifier la forme de façon à la rendre inoffensive.

Il est évident que l'onde réfléchie sera modifiée de la même façon.

Pour cette raison, nous ne considérerons tout d'abord que l'onde directe qui a pour valeur :

$$e = -\mathrm{F}\left(t - \frac{x}{v}\right)$$

$$i = -\sqrt{\frac{\gamma}{\lambda}}\mathrm{F}\left(t - \frac{x}{v}\right)$$

d'où :

$$\frac{e}{i} = \sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$$

et on voit, qu'au point de vue de la propagation de l'onde directe, la ligne équivalente a une résistance ohmique de valeur $\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$.

Ceci va nous permettre de calculer très simplement l'influence d'une capacité $C$ branchée au point A.

Le potentiel du front d'onde supposé rectiligne sera une fonction linéaire du temps : $\mathcal{E} = k\,t$ et, si l'on ne branchait aucun appareil en A, la quantité d'énergie traversant la tranche A B pendant l'élément de temps $d\,t$ serait :

$$\frac{\mathcal{E}^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}dt$$

puisqu'on a montré que la ligne était équivalente à une résistance ohmique $\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$.

Après branchement de la capacité $C$ il est évident que tout ce qui se passe dans la ligne à gauche de la tranche A B ne sera pas modifié et la quantité d'énergie qui se présente dans cette tranche sera toujours

$$\frac{\mathcal{E}^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}} dt$$

Cette énergie pourra s'écouler suivant deux chemins, une partie continuera son chemin dans la ligne, l'autre s'accumulera dans la capacité comme dans un réservoir, et cela jusqu'à ce que la pression dans le réservoir soit égale à la pression développée dans l'onde.

On voit de suite que la présence du condensateur ne diminuera pas la valeur maximum de l'onde, mais en modifiera simplement la forme comme nous allons le montrer.

Supposons que l'écoulement par la ligne soit nul, c'est-à-dire que le condensateur doive absorber la totalité de l'énergie amenée par l'onde en A B; nous arriverons ainsi à un résultat plus défavorable que la réalité.

Désignons par $U$ la tension aux bornes de la capacité au temps $t_1$, l'énergie potentielle du condensateur à ce moment sera $\frac{C U^2}{2}$ et devra être égale à la totalité de l'énergie qui a traversé A B depuis le temps zéro correspondant au début de l'onde jusqu'au temps $t_1$; on aura donc :

$$\int_{t=o}^{t=t_1} \frac{\mathcal{E}^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}} dt = \frac{C U^2}{2}$$

ou comme $\mathcal{E} = k\, t$

$$\frac{k^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}} \int_{t=o}^{t=t_1} t^2\, dt = \frac{k^2\, t_1^3}{3\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}} = \frac{\mathcal{E}^2}{3\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}} t_1 = \frac{C U^2}{2}.$$

d'où l'on tire

$$\frac{U^2}{\mathcal{E}^2} = \frac{2\, t_1}{3\, C\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}$$

Cherchons $t_1$ en fonction de $x$ en supposant que l'onde se propage avec la vitesse de la lumière, c'est-à-dire $3 \times 10^8$ m par seconde; on a $x = 3 \times 10^8 t_1$ et en remplaçant dans l'expression ci-dessus

$$\frac{U^2}{\mathcal{E}^2} = \frac{2\, x}{9 \times 10^8\, C\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}.$$

Si $\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}} = 300$, ce qui est une moyenne pour les lignes aériennes

$$\frac{U}{\mathcal{E}} = \frac{1}{370}\sqrt{\frac{x}{C \times 10^6}}.$$

Cette expression nous donne le rapport de la valeur du potentiel au point A avec condensateur et sans condensateur et elle nous permet de construire la nouvelle forme E F du front d'onde après branchement de la capacité. On voit que la différence du potentiel entre deux points de la ligne séparés par une longueur donnée a considérablement diminué.

Cherchons maintenant au bout de combien de temps, c'est-à-dire avec quelle longueur de front d'onde, on arrivera à remplir la capacité. A cet instant, celle-ci se trouvant en équilibre de puissance deviendra sans influence et on aura $\frac{U}{\mathcal{E}} = 1$ d'où $x = 135\,000 \times 10^6 \times C$.

Supposons que $C = 0.04 \times 10^{-6}$ farad, ce qui correspond à une capacité industriellement et économiquement applicable, on aura :

$$x = 5400 \text{ m.}$$

Ceci nous montre que la pleine différence de potentiel de l'onde n'existera qu'entre deux points *de ligne ou d'enroulement* distants de 5400 m, ce qui rendra la décharge inoffensive dans presque tous les cas, car la tension sera appliquée à la totalité de l'appareil au lieu de se concentrer entre deux spires sur une simple isolation de coton.

Nous avons donné précédemment (1) les raisons qui nous font conclure que ce genre de décharge n'est pas, en général, à une tension absolue élevée et nous nous bornerons à rappeler deux faits :

1) Les isolations claquent rarement sur les lignes à basse tension bien que les transformateurs claquent souvent sur les lignes à grande tension; ceci nous fait croire que de tels accidents ne proviennent pas de la grandeur du

(1) E. T. Z. 1910, nos 38 et 39.

potentiel, mais bien de sa répartition particulière dans les enroulements.

2) Les transformateurs claquent plus souvent par le côté haute tension que par le côté basse tension; ceci provient de la même raison, car si l'on considère un front d'onde de 50 m de longueur, par exemple, ce front d'onde se répartira sur toute la longueur de l'enroulement basse tension, alors qu'il sera tout entier contenu dans une seule galette de haute tension et pourra éventuellement appliquer son maximum de tension entre deux spires superposées.

Voyons maintenant quelle sera l'influence d'un parafoudre à distance explosive branché au point A.

Ce parafoudre sera évidemment réglé pour fonctionner à une tension supérieure à celle du réseau, si bien qu'il laissera passer sans s'amorcer toute la partie du front d'onde inférieure à cette tension. Ce front d'onde pénétrant dans les enroulements des machines y créera entre spires des différences de potentiel destructives.

De plus des essais faits par Creighton (1) ont montré qu'il y avait un retard à l'amorçage dans les distances explosives, de telle sorte que le front d'onde est passé depuis longtemps et l'effet destructif produit au moment où le parafoudre commence à fonctionner. Ces considérations nous montrent l'inefficacité de ce genre d'appareils pour tout ce qui est phénomène à haute fréquence.

Négligeons toutefois les causes de rejet provenant de la distance explosive et du retard à l'amorçage et voyons quelle sera l'influence d'une résistance ohmique sur le phénomène de propagation des ondes, en supposant que cette résistance ohmique soit directement branchée sur la ligne A (fig. 44).

La quantité d'énergie qui se présente dans la tranche AB peut s'écouler par deux chemins parallèles: la partie droite de la ligne équivalente à une résistance ohmique $\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}$ et la résistance $R$ du parafoudre.

La conductibilité de l'ensemble de ces deux chemins sera :

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}+\frac{1}{R}=\frac{R+\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}{R\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}.$$

La quantité d'énergie amenée dans la tranche AB par l'onde sera, comme nous l'avons vu,

$$\frac{\mathcal{E}^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}\,dt$$

la quantité d'énergie qui s'écoulera par la ligne et par le parafoudre sous la tension $U$ modifiée par la présence de la résistance sera

$$\frac{U^2\left(R+\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}\right)}{R\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}dt$$

d'où :

$$\frac{\mathcal{E}^2}{\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}=U^2\frac{R+\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}{R\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}$$

et

$$\frac{U}{\mathcal{E}}=\sqrt{\frac{R}{R+\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}}}$$

supposons que :

$$\sqrt{\frac{\lambda}{\gamma}}=300 \qquad R=1000$$

d'où l'on tire :

$$\frac{U}{\mathcal{E}}=0{,}88.$$

La différence de potentiel sera diminuée de 12 0/0 seulement (1).

Si nous considérons une onde ayant un front de 50 m de longueur et une valeur maximum de 3000 volts, cette onde en pénétrant dans l'enroulement créera une différence de potentiel de 3000 volts entre la borne d'entrée et le point qui en est distant de 50 m; il se peut très bien que ces deux points soient superposés dans l'enroulement et séparés, par conséquent, par un ou plusieurs guipages en coton pouvant supporter normalement 3 ou 400 volts seulement.

Il est clair que dans tous les réseaux de plus de 3000 volts, le parafoudre ne fonctionnera pas et, l'onde n'étant diminuée en aucun de ses points, la pleine différence de potentiel de 3000 volts sera appliquée entre les premières spires de l'enroulement.

(1) *Proceedings of American Institute of Electrical Engineers*. March. 1911.

(1) Signalons, en passant, la contradiction singulière qu'il y a à faire avec mille précautions des plaques de terre à faible résistance (2 à 10 ohms) puis à les connecter à des parafoudres ayant de 2000 à 100 000 ohms. La vérité c'est que, jusqu'ici, les résistances des parafoudres n'ont été déterminées que par cette considération que le fonctionnement de l'appareil ne devait pas être dangereux pour le réseau.

Si la distribution est à 2000 volts et que les parafoudres sont réglés pour 2500 volts, toute la première partie du front d'onde passera sans modification. Au moment où la valeur du front d'onde traversant la tranche A B atteindra 2500 volts, on peut imaginer que la distance explosive s'amorcera et réduira de quelques pour cent la valeur de la portion d'onde comprise entre 2500 et 3000 volts.

Pratiquement la distance explosive ne fonctionnera pas si le front d'onde est très raide à cause du retard à l'amorçage, où elle ne fonctionnera que quand la totalité du front d'onde aura traversé la tranche A B.

Avec le condensateur en dérivation, au contraire, la valeur du coefficient de réduction de tension pour le front d'onde de 50 m sera, avec une capacité de $0{,}04 \times 10^{-6}$ farad :

$$\frac{U}{\mathcal{E}} = \frac{1}{370}\sqrt{\frac{50}{0{,}04}} = 0{,}095$$

et cette réduction s'applique aux ondes de n'importe quel potentiel et quelle que soit la tension du réseau, ceci à cause de la suppression des distances explosives.

Nous venons de donner une théorie approximative du fonctionnement qui fait clairement comprendre la marche du phénomène, mais, si l'on voulait être rigoureux, il faudrait encore tenir compte de la partie rectiligne de l'onde. La conclusion générale n'en serait d'ailleurs pas modifiée. On voit, dans tous les cas, que pour rendre l'onde inoffensive, il est inutile d'absorber une quantité d'énergie et que le condensateur agit simplement comme un réservoir d'air sur une conduite hydraulique.

*(A suivre.)* GILES.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ÉLECTROTHERMIE

### Le chauffage électrique en Norvège et en Suède.

La question du chauffage par l'électricité, lisons-nous dans l'*Electrician*, a été récemment suivie avec attention en Norvège et en Suède, en raison de l'importance des installations hydraulico-électriques que possèdent ces pays. Différentes applications de ce système ont donné des résultats satisfaisants; aussi poursuit-on présentement les études de différents côtés.

En Norvège, on songe à chauffer électriquement les églises, afin de pouvoir utiliser la capacité des stations centrales le dimanche, c'est-à-dire le jour où la plupart des usines sont fermées.

En Suède, la station centrale de Gothenburg a exécuté quelques essais de chauffage électrique qui ont donné, assure-t-on, les meilleurs résultats. Le courant utilisé était de l'énergie en excédent, qui ne revenait à la municipalité qu'à 0,7 centime le kilowatt-heure. Les essais en question ont été exécutés dans vingt-deux locaux industriels et résidences privées et ils ont duré de décembre 1911 au 1er avril 1912. Comme l'énergie employée ne se trouvait disponible que durant la nuit, on devait naturellement emmagasiner la chaleur dans des accumulateurs appropriés pour la distribuer durant la journée. Presque toutes les personnes ayant fait provisoirement usage du chauffage électrique se sont déclarées satisfaites. Le prix de revient semble varier considérablement. Pour sept des vingt-deux installations ci-dessus, le coût de l'énergie employée a été évalué à 1,83 centime le kilowatt-heure; dans cinq autres, de 2,83 à 4,2 centimes et dans les six dernières, à moins de 2,83 centimes. A la suite de ces essais, exécutés durant l'hiver dernier qui a été exceptionnellement rigoureux, on a reconnu que le chauffage électrique, convenablement aménagé dans des locaux appropriés, est économiquement possible au prix de 4,2 centimes le kilowatt-heure. On doit étendre considérablement le même système de chauffage à Gothenburg, au cours de l'hiver prochain. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Le réseau téléphonique le plus dense du monde.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* constate, d'après une statistique récemment publiée, que Stockholm ne dispose pas de moins de 191,5 téléphones par 1000 habitants; en d'autres termes, un habitant de Stockholm sur cinq a un téléphone en sa possession. Au point de vue de la densité du réseau, vient ensuite Copenhague où on trouve 96,5 abonnés par 1000 habitants, puis New-York avec 85,5 abonnés par 1000 habitants, Christiania (68,9 abonnés), Helsingfors et Berlin (59,5 abonnés), Paris et Londres (27,4 abonnés par 1000 habitants). — G.

## TRACTION

### Nombre de trains pouvant circuler sur les chemins de fer électriques urbains.

L'*Electrician* publie une étude de M. Lewis concernant le nombre de trains qu'il est possible de faire circuler sur les chemins de fer électriques urbains. La vitesse de marche réalisable à Londres, avec un écart moyen de 800 m entre les stations, explique M. Lewis, est de 25 km à l'heure. L'intervalle de temps le plus court entre deux trains est de 90 secondes à New-York. En de pareilles conditions, on peut faire circuler dans un même sens, en une heure, environ 40 trains à 6 wagons transportant 12 000 personnes. L'accélération maximum, au démarrage, est de 0,7 m par seconde; une accélération plus élevée exige des combinateurs plus compliqués et une force motrice beaucoup plus considérable et, par suite, des voitures automotrices et des stations centrales plus coûteuses. En outre, il faut maintenir l'accélération dans des limites déterminées pour la commodité des voyageurs. Dans la pratique, les changements de vitesse d'une allure à l'autre sont déterminés à raison de 20 à 50 0/0. Lors du freinage, on ne doit point dépasser un retardement de 1,2 m par seconde. Les pertes d'énergie au freinage, avec une vitesse de 25 km à l'heure et un écart de 800 m entre les stations, atteignent 40 0/0 de l'énergie amenée; avec un écart de 1600 m entre les stations, les mêmes pertes atteignent 24 0/0; avec un régime de vitesse de 40 km à l'heure, les pertes en question s'élèvent respectivement à 59 et 45 0/0 de l'énergie amenée.

M. Lewis donne enfin un calcul des frais d'exploitation par train-mille anglais (le mille = 1609 m). Avec un écart de 800 m entre les stations, ces frais, pour un train à 6 voitures pouvant porter 300 voyageurs assis, s'élèvent à 5,40 fr et, avec un écart de 400 m, à 8,30 fr. Les recettes moyennes par train-mille se chiffrent à Londres par 5,7 fr; elles donnent donc un petit excédent avec l'écart de 800 m. Par contre, avec un écart de 400 m d'un point d'arrêt à l'autre, le service semble devoir être absolument improductif. — G.

# Nouvelles

### Le laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Le rapport sur le fonctionnement en 1911 du laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers vient d'être publié. Il a été établi par M. Douane, membre de la Commission technique du laboratoire d'essais.

Ce rapport fait ressortir de très heureuses constatations sur le développement de cet établissement.

Le laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, créé en 1900, a été organisé en 1901, grâce au concours financier de la Chambre de commerce de Paris, dans le but de permettre aux industriels, commerçants et particuliers, de soumettre les produits bruts ou manufacturés de toute nature, les machines et les appareils, aux essais *mécaniques*, *physiques*, *chimiques* ou de *machines* susceptibles de les qualifier.

Sa compétence actuelle comprend :

Le domaine général de la *physique* moins l'électricité;

Les *métaux;*

Les *matériaux de construction;*

Les *machines* autres que les machines électriques et *tous leurs accessoires;*

Les *matières premières végétales* nouvelles ou insuffisamment connues;

Les *combustibles*, les *huiles de graissage*, les *huiles*, *essences* et *alcools d'éclairage*, etc.

Le laboratoire d'essais effectue, en outre, la *vérification légale* des alcoomètres, densimètres et thermomètres, les accompagnant, en usage dans les fabriques de sucres et distilleries.

Ses services techniques sont répartis en cinq sections suivant la nature des essais : physiques, chimiques, mécaniques (métaux), mécaniques (matériaux de construction), de machines.

Le fonctionnement du laboratoire d'essais, pendant l'année 1911, est caractérisé par une augmentation sensible des demandes d'essais se traduisant par une augmentation de recettes sur toutes les années précédentes. C'est ainsi que l'on passe de 90 039,70 fr de recettes en 1910 à 108 514,59 fr en 1911 (non compris les recettes de la vérification légale des alcoomètres et thermomètres s'élevant à 27 000 fr environ). A signaler la distinction dont le laboratoire a été l'objet à l'Exposition de Bruxelles, où il obtint un grand prix en collectivité dans la section de métallographie.

Voici quelles sont les conclusions de M. Douane :

« En même temps que s'effectuaient les nombreux essais industriels, le personnel technique du laboratoire effectuait l'étude des méthodes d'essais, procédait à la mise au point de nouveaux procédés de mesures, à des étalonnages préliminaires d'instruments qui contribueront au

bon renom et au développement du laboratoire.

« Le laboratoire d'essais a donc bien mérité l'intérêt que lui témoignent la Chambre de commerce de Paris, la Société des Ingénieurs civils de France et les Industriels qui ont consenti des sacrifices pour l'amélioration et l'augmentation de son matériel. »

Ce laboratoire vient compléter très heureusement celui du laboratoire central d'électricité donnant ainsi aux électriciens toutes facilités pour les essais dont ils ont besoin continuellement.

*
* *

### Les plus grands transformateurs à noyaux.

Les plus grands transformateurs à noyaux qui aient été construits jusqu'ici sont ceux fournis par la Crocker Wheiler Company à la Great Northern Power C°, de Deluth, Minn. Ces transformateurs ont une capacité de 4500 kva, avec une tension primaire de 66 000 volts et une tension secondaire de 13 200 volts : ils sont refroidis par circulation d'eau.

*
* *

### L'électricité dans les houillères westphaliennes.

Une statistique des installations électriques dans les houillères westphaliennes vient d'être publiée par un spécialiste allemand. De ce document, il résulte que la quantité d'énergie électrique produite dans les installations de charbonnage, pendant l'année 1910, a atteint 462 millions de kw-heure (approximativement; cette énergie a été produite par l'utilisation des gaz de fours à coke; le vingtième à peine en a été mis à la disposition d'industries étrangères; l'énergie obtenue au moyen des gaz des hauts fourneaux, soit 106 millions, a également été absorbée presque entièrement par les établissements métallurgiques mêmes; 5 millions de kw-heure seulement ont pu être cédés à d'autres industries.

*
* *

### Propulseur amovible pour canot électrique.

Une compagnie américaine vient de réaliser une disposition ingénieuse de propulseur amovible, comprenant une hélice à axe vertical et un petit moteur électrique, avec les instruments de réglage nécessaire; l'alimentation est assurée par deux petites batteries de 6 volts 60 ampères, fonctionnant en série.

*
* *

### Appareils radiotélégraphiques pour l'aviation.

A la dernière Exposition d'aviation de Berlin figuraient différents appareils radiotélégraphiques pour l'aviation. On remarquait, notamment, à côté de postes plus lourds (un poste transmetteur récepteur de 40 kg pour une portée de 100 km, notamment), un appareil extra léger, ne pesant que 8 kg.

## Correspondance.

### Explications au sujet de la réception de signaux radiotélégraphiques par un poste d'abonné au téléphone.

Ayant lu dans l'*Electricien* et dans la *Technique moderne* la note relative à la réception de signaux radiotélégraphiques, faite par M. Leiner, au moyen d'un poste téléphonique ordinaire d'abonné, je me demande s'il ne serait pas possible d'expliquer cette bizarrerie électrique de la manière suivante :

Supposons qu'une perte à la terre, insuffisante pour nuire au fonctionnement des appareils, existe, dans le paratonnerre-coupe-circuit d'entrée de poste; par suite de décharges antérieures, les poussières de charbon détachées constituent un contact imparfait jouant le rôle de détecteur à contacts solides dans le genre des détecteurs à pyrite, à métal-bioxyde de manganèse, etc., pouvant fonctionner sans piles avec un récepteur ordinaire. Ce contact imparfait peut, naturellement, se produire en ligne, dans le câble ou au multiple. Le secondaire de la bobine d'induction sert dans ce cas de bobine de résonance et la ligne aérienne, d'antenne réceptrice et nous avons dès lors un poste très simple, mais suffisant pour la réception d'ondes hertziennes.

Il est d'ailleurs probable que cette constatation n'ait pu se faire que pendant un temps limité et que, la résistance de la perte à la terre s'étant modifiée, l'audition de l'heure envoyée de la Tour Eiffel ne peut plus se faire actuellement avec le poste en question.

Marcel Sailley.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Système de pose de câbles sous-fluviaux.

La pose des câbles franchissant les fleuves et les lacs compte, sans contredit, parmi les opérations les plus difficiles qui se présentent dans les installations électriques. Comme les dépenses

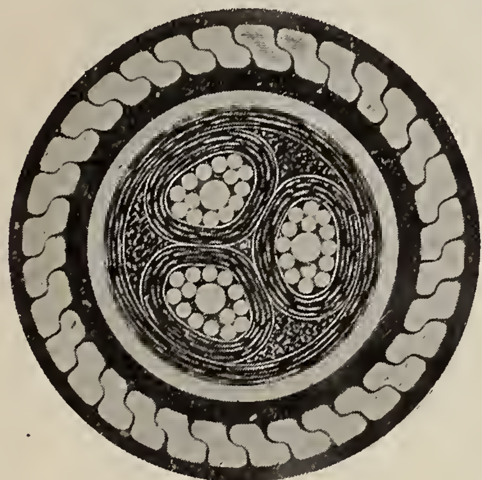


Fig. 46.

dépendent essentiellement des conditions locales (profondeur du fleuve, état du fond, vitesse des courants, etc.), il faut, dans chaque cas particulier, se livrer à des recherches minutieuses, d'autant plus que tous ces facteurs diffèrent beaucoup suivant la saison. Ce qui rend ces travaux particulièrement délicats, c'est la nécessité d'éviter toute détérioration des câbles descendus dans l'eau, et d'assurer leur alignement parfait à la distance voulue au fond du fleuve.

En construisant l'usine rurale de transmission d'électricité, à Lübeck, la société Siemens-Schuckertwerke s'est vue dans la nécessité de traverser

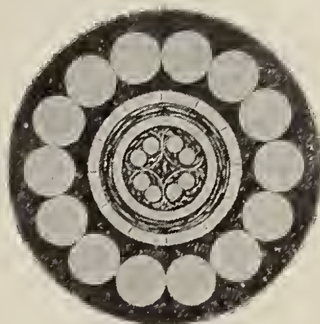


Fig. 47.

la Trave avec un système de câbles se composant de :

2 câbles haute tension à 6000 volts de $3 \times 50$ mm² et de 160 m de longueur;

2 câbles basse tension à 700 volts de $3 \times 35$ mm² et de 130 m de longueur;

1 câble télégraphique à 10 conducteurs, de 130 m de longueur;

1 câble téléphonique à 4 lignes, de 160 m de longueur.



Fig. 48.

Ces câbles sont revêtus d'une lourde armature de fils d'acier, les rendant résistants à la traction et les protégeant contre les détériorations mécaniques. La figure 46 représente la section d'un câble à haute tension et la figure 47, une section du câble téléphonique.

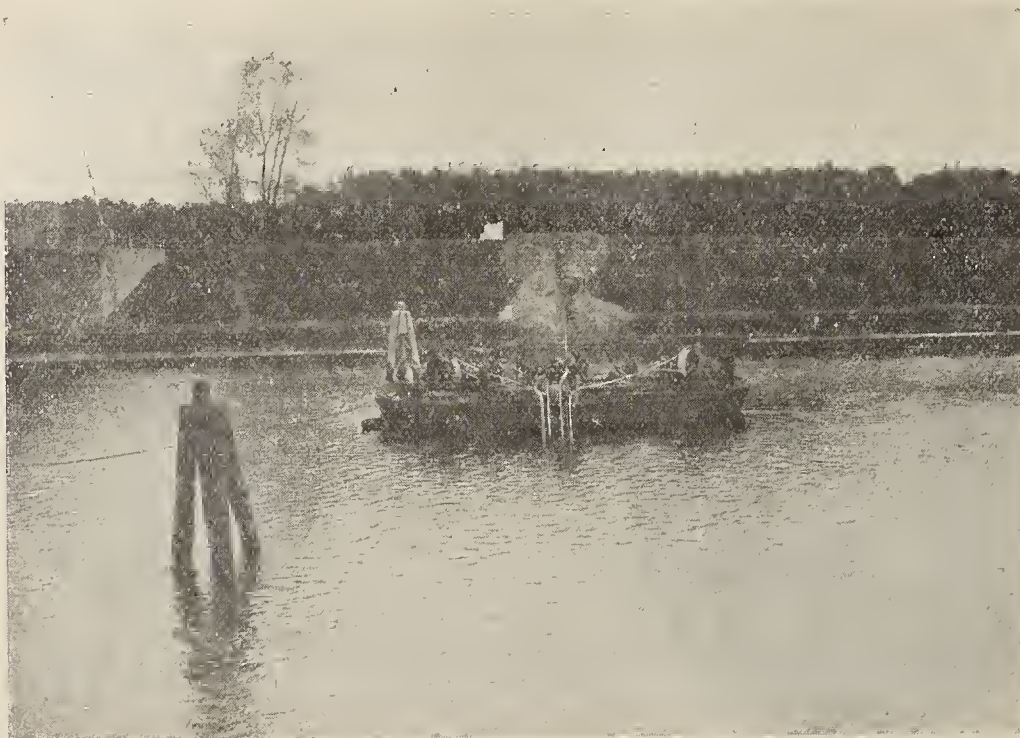


Fig. 49.

Chacun des deux câbles haute tension, le câble télégraphique et le câble téléphonique, étaient enroulés sur un tambour spécial, tandis que les peux câbles basse tension étaient portés par un tambour commun. Les poids des câbles avec leurs tambours étaient les suivants :

Câble haute tension : 2373 kg.
Câble basse tension : 2163 kg.
Câble télégraphique : 980 kg.
Câble téléphonique : 972 kg.



Fig. 50.

La largeur du fleuve à l'endroit de pose des câbles est de 80 m; la profondeur maximum est de 12 m. Une tranchée de 2 m de profondeur et de 10 m de largeur avait été creu-

sée au fond de la Trave pour recevoir les câbles.

Sur la figure 48, on remarque à gauche les deux câbles à basse tension enroulés sur leurs tambours. Ces deux câbles sont déroulés et immergés dans l'eau. Au milieu du ponton, les deux câbles à haute tension et le câble téléphonique se déroulent dans le fleuve en passant sur une grande poulie. Le câble télégraphique est, ainsi que les câbles à basse tension, guidé par des poulies. Pour amarrer les câbles dans leur tranchée au fond du fleuve, on avait disposé de côté et d'autre de celle-ci, des ancres, reliées par une chaîne, à laquelle chaque câble est attaché par des cordes qui l'entourent.

Le déroulement des câbles (fig. 49) s'est fait, en attirant le ponton lentement, à l'aide de deux cabestans installés au bord opposé, de façon à déposer les câbles dans la tranchée destinée à les loger. Les ancres jetées à environ 30 m de distance de côté et d'autre de la tranchée sur les deux bords du fleuve s'opposaient aux déplacements latéraux du ponton. Un mât portant un drapeau qui était installé au centre du ponton permettait de maintenir ce dernier dans la position voulue au-dessus de la tranchée.

La traversée du ponton d'un bord à l'autre a duré deux heures. En faisant varier le freinage de chaque tambour, on a pu assurer le déroulement uniforme et l'espacement voulu des câbles. Aussitôt que le ponton eut atteint le bord opposé, on a retiré des tambours les bouts des câbles (fig. 50) et, après avoir appuyé ces derniers sur deux embarcations accouplées ensemble, on a dégagé les câbles du ponton.

La pose des câbles une fois terminée, un plongeur est descendu examiner leur disposition. Il a constaté qu'il n'y avait nulle part de croisement entre les câbles haute tension avec les câbles téléphoniques et à basse tension. Ce n'est qu'alors qu'on a comblé la tranchée avec du sable.

Alfred GRADENWITZ.

# Les accidents d'exploitation dans les réseaux électriques.

*(Suite et fin)* (1).

*Perturbations à haute fréquence.* — Nous avons complètement exposé cette question dans différentes conférences et articles (2) et sans revenir en détail sur l'exposé de ces phénomènes, nous dirons qu'ils produisent exactement les mêmes effets que les ondes que nous venons d'étudier et qu'il faudra se protéger contre eux de la même façon.

On pourra, d'ailleurs, se dire que le but à atteindre est de créer sur la ligne, à son entrée dans le poste, un point zéro de tension pour tout ce qui est courant à haute fréquence, la ligne se comportant d'ailleurs comme une antenne réceptrice de télégraphie sans fil.

Comme en télégraphie sans fil, on réunira le pied de l'antenne, c'est-à-dire l'extrémité de la ligne à la terre par un condensateur, ce qui maintiendra ce point particulier au potentiel zéro.

On peut également se dire qu'on se propose de trouver un appareil offrant une très grande résistance au passage du courant de réseau et une très faible résistance pour les courants de haute fréquence. En d'autres termes, nous cherchons un appareil ayant une résistance inversement proportionnelle à la fréquence. Le seul appareil connu qui jouisse de cette propriété est le condensateur.

*Perturbations à basse ou à moyenne fréquence.* — Ces perturbations sont principalement dues au résonances des harmoniques des machines et aux variations brusques de régime.

Remarquons que ces phénomènes sont de tout point assimilables aux coups de béliers sur les conduites hydrauliques et que l'on doit suivre les mêmes règles pour en détruire l'effet.

Sur les conduites, on place des soupapes ou des réservoirs d'air, ayant une section comparable à la section de la conduite elle-même et il ne viendrait à l'idée de personne de donner à cette soupape une section de 1 décimètre carré quand la conduite a une section de 1 mètre carré par exemple.

Il en est de même sur les canalisations électriques et les soupapes doivent avoir une résistance ohmique du même ordre de grandeur que l'impédance du réseau.

On sera ainsi conduit à donner au limiteur de tension une résistance très faible, mais si on le fait sans précaution, on rencontre un autre inconvénient.

(1) Voir l'*Électricien*, nº 1112, 19 août 1912, p. 89.
(2) E. T. Z. 1910, nºs 38 et 39.

En intercalant brusquement entre deux conducteurs une faible résistance ohmique, on crée une espèce de court-circuit dont la rupture par l'appareil lui-même crée une nouvelle surtension aussi dangereuse que celle qu'on voulait éviter.

On est donc conduit à intercaler cette résistance progressivement, au fur et à mesure que la surtension se développe, pour la supprimer de même quand celle-ci a disparu.

L'appareil fonctionne alors comme un rhéostat bien gradué et l'on pourra lui donner une résistance équivalente aussi faible qu'on le désirera.

Dans certains types, nous avons adopté 70 ohms seulement, ce qu'on n'aurait jamais osé faire avec un autre système de limiteur.

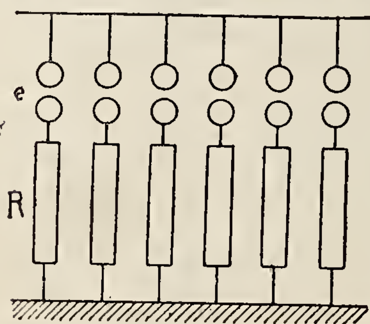


Fig. 51.

L'appareil prend alors la disposition schématique indiquée sur la figure 51.

Remarquons tout d'abord que pour avoir une marche de limiteur conforme à la théorie, il faut que l'étincelle de chaque éclateur s'éteigne aussitôt que la tension baisse, même faiblement.

Il faut également que le limiteur entre en fonction pour une tension peu supérieure à la tension normale.

Nous avons obtenu ces résultats en adoptant pour chaque colonne de l'appareil la disposition représentée par la figure 52.

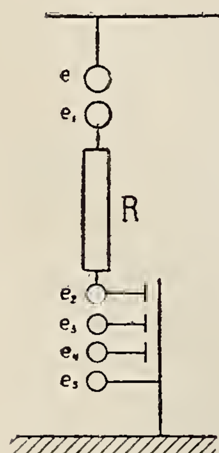


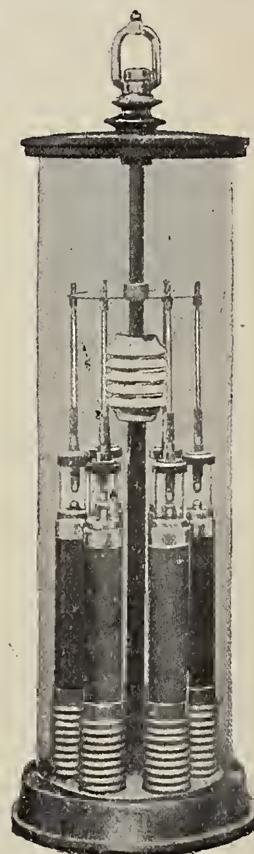
Fig 52.

Entre $e$, $e_1$, $e_2$, $e_3$, se trouvent des distances explosives. $R$ est une résistance ohmique convenablement calculée, les électrodes $e_2$, $e_3$, $e_4$ sont reliées à la terre par l'intermédiaire de petits condensateurs; $e_5$ est connecté directement à la terre. La boule $e$ est reliée directement au conducteur.

Avant le fonctionnement, $e$ est au potentiel de la ligne, tandis que $e_1$, $e_2$, $e_3$, $e_4$, $e_5$ sont maintenus au potentiel de la terre, soit par l'intermédiaire des petits condensateurs, soit directement.

Supposons maintenant que la terre étant au potentiel zéro et la ligne au potentiel 10 000, la distance explosive $e$, $e_1$ soit réglée pour fonctionner à 12 000 volts.

Lorsqu'une surtension atteignant 12 000 volts se produira, la boule $e$ se mettra à 12 000 volts, tandis que $e_1$ sera au potentiel zéro, il sautera donc une petite étincelle entre $e$ et $e_1$, cette étincelle correspondra seulement au très petit courant pouvant passer à travers les condensateurs. Il en résultera que $e_1$ se mettra au même potentiel que $e$, moins toutefois la chute de tension dans l'étincelle $e$, $e_1$. Si l'on estime que cette chute de tension est de 500 volts, $e_1$ se mettra au potentiel 12 000 — 500 = 11 500 volts. Il en sera de même de $e_2$ qui est relié directement à $e_1$ par une résistance de valeur insignifiante pour le petit courant traversant les condensateurs. Donc à ce moment $e_2$ sera à 11 500 volts et $e_3$ au potentiel zéro par l'intermédiaire du petit condensateur. Il sautera donc une étincelle entre $e_2$ et $e_3$, et $e_3$ se mettra à 11 500 — 500 = 11 000 volts. Il amorcera ensuite une étincelle entre $e_3$ et $e_4$, puis, finalement, entre $e_4$ et $e_5$. A ce moment, le courant de surtension pourra s'écouler librement du conducteur à la terre en traversant la résistance et toutes les distances explosives en série.


Fig. 53.

Pratiquement, l'appareil complet est constitué comme le représente la figure 53.

Le limiteur est formé de 6, 8 ou 12 colonnes en parallèle ayant, suivant les cas, des résistances individuelles de 800 à 2500 ohms, ce qui fait que certaines de ces soupapes ont des résistances de 70 ohms. Dans certains cas particuliers, cette faible résistance est encore trop forte et il faut disposer plusieurs appareils en parallèle.

Le premier éclateur, situé à la partie supérieure de l'appareil, est réglable au moyen d'une vis à pas millimétrique de façon à adapter la distance explosive à la tension de l'installation. Il est enfermé dans un petit cylindre en verre qui le met à l'abri des poussières. Le réglage peut se faire d'une façon précise. Les autres distances explosives sont fixes et, comme elles sont formées par des rondelles, elles ont un développement considérable atteignant 19 cm. Il résulte de cette disposition que les étincelles se produisent tou-

jours entre des surfaces froides, ce qui amène leur extinction immédiate sans aucun soufflage. Les condensateurs sont situés à l'intérieur de la colonne.

Enrésumé, l'appareil que nous avons étudié pour résoudre le problème des surtensions d'origine intérieure présente les caractéristiques suivantes :

1) Il permet d'obtenir des résistances équivalentes d'écoulement aussi basses qu'il est nécessaire sans produire par son fonctionnement lui-même des surtensions ou des résonances;

2) Il donne l'extinction assurée des étincelles amorcées par la surtension au bout d'une demi-période du courant des machines.

Ces extinctions assurées au bout d'une demi-période ont permis de constituer des résistances ne contenant que quelques grammes de métal, car l'énergie à écouler (qui est celle contenue à l'état potentiel dans le circuit) ne représente jamais qu'une fraction de calorie et l'important est de l'absorber sans laisser passer pendant un temps appréciable le courant du réseau.

Avec les appareils à soufflage, au contraire, on laisse passer pendant plusieurs secondes ou plusieurs centaines de demi-périodes le courant du réseau : cette énergie représente des dizaines de calories, ce qui force à mettre sans utilité des résistances lourdes et encombrantes, qui sont d'ailleurs incapables d'écouler les surtensions à cause de leur trop grande résistance.

Le dispositif spécial d'amorçage fait qu'on dispose de la presque totalité de la tension du réseau pour amorcer séparément chacune des distances explosives.

Nous avons vérifié, par exemple, qu'au lieu de 10 000 volts pour amorcer un certain nombre d'étincelles en série, il en fallait 50 000 dès qu'on retirerait les petits condensateurs.

*Surintensités.* — Quand on réunit en court-circuit les bornes d'un alternateur et qu'après lui avoir donné sa pleine excitation, on le fait tourner à sa vitesse, on constate que le débit est égal à deux fois et demie ou trois fois le courant normal.

Il est évident que, dans cette expérience, la tension résultante est réduite à zéro et ceci est dû à deux causes.

En premier lieu, l'alternateur fonctionne sous un décalage tel qu'au moment du maximum du courant, les ampères-tours induits sont opposés aux ampères-tours inducteurs. Le flux qui passe dans le circuit magnétique n'est alors déterminé que par leur différence. Si, par exemple, il y a en régime normal trois fois plus d'ampères-tours sur l'inducteur que sur l'induit, il suffira que le débit triple pour qu'il y ait égalité entre ces deux nombres et, par conséquent, pour que le flux et la tension de la machine soient annulés.

En second lieu, une certaine force électromotrice est nécessaire pour surmonter la self-induction de l'induit, c'est-à-dire le flux qui se forme autour du bobinage sans couper le circuit inducteur.

On voit donc qu'en définitive tout se règle de façon que la différence des ampères-tours inducteurs et induits soit suffisante pour créer un flux assez grand pour engendrer une force électromotrice capable de vaincre la self-induction de la machine.

Cette force électromotrice de self-induction n'est guère en moyenne que 3 à 5 0/0 de la tension normale.

Il en va tout autrement quand on produit brusquement un court-circuit sur un alternateur alimentant un réseau de distribution. Au moment de ce court-circuit, des ampères tours supplémentaires sont bien créés dans l'induit et tendent à démagnétiser l'inducteur, mais cette démagnétisation ne peut se produire que lentement. Au premier instant du court-circuit, la force électromotrice normale de l'alternateur doit donc être entièrement absorbée par la self-induction de l'induit. Si la force électromotrice de self-induction n'est, avec le courant normal, que 3 0/0 de la tension, le débit devra atteindre trente-trois fois sa valeur primitive pour qu'il y ait équilibre.

Peu à peu, ensuite, la démagnétisation de l'inducteur se produit et au bout d'un temps plus ou moins long l'intensité revient à sa valeur de régime, c'est-à-dire 2,5 ou trois fois le débit normal.

Ces phénomènes ont été mis très nettement en lumière par M. Miles Walker, dans une conférence donnée par lui à l'Association des ingénieurs électriciens anglais, en mars 1910. Les courbes d'oscillographe qu'il a produites montrent qu'il faut 20, 30 secondes et davantage pour que l'intensité revienne à la valeur de régime.

On voit de suite quels sont les accidents qui peuvent résulter de courts-circuits atteignant 30 fois le courant normal et se produisant dans des centrales de plusieurs milliers de kw. Les efforts développés croissant comme le carré du courant, les connexions latérales des alternateurs sont souvent déformées; les barres omnibus sont arrachées de leurs supports et viennent se coller l'une contre l'autre; les interrupteurs automatiques, incapables d'assurer la rupture de semblables intensités, fondent; les isolateurs des lignes crèvent, etc.

Ces phénomènes sont surtout devenus sensibles depuis l'emploi de plus en plus étendu des

turbo-alternateurs, car, outre l'augmentation de puissance des unités qui est résultée de leur extension, ce genre de machines a une self-induction très faible. On a commencé par apprécier cette qualité, qui diminuait les chutes de tension, mais nous croyons que c'est à tort.

En effet, dans les grandes centrales, ces chutes de tension n'ont pas beaucoup d'importance, car même de grandes variations de charge ont peu d'influence sur l'ensemble des machines en service.

Il y a donc grand intérêt à augmenter intentionnellement la self-induction des alternateurs de façon à diminuer en même temps la violence du court-circuit. La meilleure machine, à ce point de vue, serait une machine ayant très peu d'ampères-tours induits par rapport au nombre d'ampères-tours inducteurs, de façon que la chute de tension ne provienne pas de la démagnétisation des pôles. Au contraire, la self-induction devrait être assez grande pour qu'au moment d'un court-circuit l'intensité ne dépasse pas 5 à 6 fois la valeur de régime. De cette façon les efforts développés ne seraient que 25 fois les normaux au lieu de 900 fois, comme dans le cas examiné précédemment. On ne peut arriver à ce résultat qu'en mettant en dehors de la machine des self-inductions sans noyau de fer spécialement calculées pour chaque alternateur.

*Destruction des isolants par l'ozonisation.* — Les bobinages des alternateurs et transformateurs devront être construits de telle sorte qu'il ne puisse s'y produire d'ozone.

On a une tendance à croire que les tensions de 3000 à 10 000 volts ne sont pas dangereuses pour les enroulements d'alternateurs, mais c'est là une erreur grossière. Avec quelques milliers de volts seulement, des effluves, se produisant entre les fils isolés et les parois des gouttières en micanite appliquées contre le bâti des machines, engendrent de l'ozone; ce gaz oxyde rapidement les isolations en coton, les brûle, et des courts-circuits de fil à fil se produisent.

Il en est absolument de même dans les transformateurs à l'air libre. Le seul moyen pratique d'éviter ces inconvénients est de chasser complètement l'air contenu dans les bobinages.

S'il s'agit de générateurs, on devra exiger que tous les fils des bobines soient noyés dans une matière isolante compacte, de telle sorte que si l'on scie une de ces bobines sa section se présente sous l'aspect d'un câble.

On adoptera de même des transformateurs à l'huile, cette huile étant parfaitement exempte d'air et d'eau.

On peut d'ailleurs s'étonner que l'on prenne tant de précaution pour chasser complètement l'air des isolations des câbles et que l'on n'en prenne aucune quand il s'agit des bobinages des machines et des transformateurs. Le problème est pourtant le même.

*Coefficient de sécurité à adopter dans la construction du matériel électrique.* — Nous venons de montrer comment on pouvait protéger le matériel des réseaux contre les différents phénomènes qui tendent à le détruire; il nous reste un mot à dire sur les coefficients de sécurité que l'on devrait adopter.

Remarquons d'abord qu'un grand nombre de surtensions sont seulement fonction de l'intensité circulant dans les appareils, en telle sorte que cette surtension est d'autant plus faible en valeur absolue que la tension de distribution est plus forte. D'autre part, le matériel est d'autant mieux isolé que la tension de marche est plus grande.

Il résulte de ceci que le danger croît en raison inverse du carré de la tension.

On en conclut que les coefficients de sécurité doivent dépendre de la tension du réseau.

Différentes considérations théoriques nous ont amené à dresser le tableau suivant qui représente les coefficients de surtensions instantanées que l'on doit admettre entre fils dans les enroulements et entre conducteurs ou entre conducteurs et masse dans les câbles :

| Volts. | Coefficients. | Volts. | Coefficients. | Volts. | Coefficients. | Volts. | Coefficients. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 000 | 4,7 | 5 000 | 3,9 | 9 000 | 3,3 | 15 000 | 2,7 |
| 2 500 | 4,5 | 5 500 | 3,8 | 10 000 | 3,2 | 17 000 | 2,6 |
| 3 000 | 4,3 | 6 000 | 3,7 | 11 000 | 3,1 | 19 000 | 2,5 |
| 3 500 | 4,2 | 6 500 | 3,6 | 12 000 | 3,0 | — | — |
| 4 000 | 4,1 | 7 000 | 3,5 | 13 000 | 2,9 | — | — |
| 4 500 | 4,0 | 8 000 | 3,4 | 14 000 | 2,8 | — | — |

Nous avons eu l'occasion de vérifier que ces coefficients concordaient bien avec les résultats de la pratique.

GILES.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

Reprenons notre formule (14)

$$u = 0{,}036\, L\, \Delta$$

et donnons à $u$ une valeur fixe, par exemple, 1 volt. Si on en déduit $L\Delta$, on trouve

$$L\,\Delta = \frac{1}{0{,}036} \qquad (15)$$

qui est, en coordonnées rectangulaires, l'équation d'une hyperbole équilatère.

Si on donnait à $u$ des valeurs

1,5 2 2,5 3...

on obtiendrait une série de valeurs correspondantes pour la constante de l'équation (15) et on définirait ainsi un réseau d'hyperboles équilatères rapportées à leurs axes communs. Prenant comme abscisses les longueurs $L$, comme ordonnées les densités de courant $\Delta$, on tracerait ces courbes, inscrivant à côté de chacune d'elles la valeur de la chute de tension qui entre dans la constante. Une telle épure permettrait de résoudre sans calcul les divers problèmes dont nous avons donné quelques exemples numériques.

Cependant on peut construire un abaque plus simple, ne faisant usage que de droites et fournissant des résultats pratiques équivalents.

Dans l'équation (15) nous pouvons remplacer $\Delta$ par sa valeur $\frac{I}{s}$ ce qui donne

$$\frac{L\,I}{s} = \frac{u}{0{,}036}$$

d'où

$$s = \frac{0{,}036}{u} L\,I \qquad (16)$$

Si maintenant dans cette équation (16) nous faisons $I = 1$ il vient

$$s = \frac{0{,}036}{u} L \qquad (17)$$

équation qui détermine le nombre de millimètres carrés à donner à la section du câble d'une canalisation de longueur $L$, pour chaque ampère qui la traverse, la chute de tension, — supposée fixée à l'avance, — étant $u$. On aura la section du câble en faisant le produit du nombre trouvé au moyen de la formule (17) par le nombre des ampères. Par exemple :

Une canalisation de 64 m de longueur doit laisser passer 45 ampères avec une chute de tension qui ne dépasse pas 2 volts. Quelle est la section à donner au câble?

Avec ces données particulières le second membre de la formule (17) est

$$\frac{0{,}036}{2} \cdot 64 = 1{,}152$$

Cela veut dire que pour chaque ampère qui la parcourt il faut donner à cette canalisation une section de 1,152 mm². Comme il y doit passer 45 ampères, le câble aura une section de

$$1.152 \cdot 45 = 51{,}8,$$

soit 51,8 mm².

On prendra la section commerciale se rapprochant le plus, soit par défaut, soit par excès, du résultat obtenu. Dans l'espèce, les deux sections les plus voisines sont

48,3 mm² et 53,9 mm²

et on devrait de préférence choisir la plus forte 53,9 mm² qui diffère moins du nombre trouvé par le calcul.

Le graphique très simple (fig. 54) a pour but de donner ces résultats à peu près sans calcul.

La formule (17), quand on a fixé la valeur de $u$, représente l'équation d'une droite passant par l'origine dans le système de coordonnées dont les longueurs seraient les abscisses et les sections les ordonnées. A chaque valeur adoptée pour $u$ correspond une droite particulière dont l'inclinaison sur l'axe des $L$ correspond à cette valeur de $u$. Une série de valeurs successives données à $u$ détermine un réseau de droites issues de l'origine, s'étalant en éventail et donnant par simple lecture la section par ampère correspondant à une longueur donnée de canalisation.

C'est ce que montre le graphique en question sur lequel on a tracé les droites correspondantes aux valeurs

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1128, 10 août 1912, page 84.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $u = 1$ | volt | $u = 9$ | volts |
| 1,5 | — | 10 | — |
| 2 | — | 12 | — |
| 3 | — | 15 | — |
| 4 | — | 20 | — |
| 5 | — | 25 | — |
| 6 | — | 30 | — |

Ces droites sont très faciles à tracer : toutes passent par l'origine des coordonnées; en faisant $L = 100$ dans la formule (17) on obtient facilement un second point situé sur l'ordonnée menée par le point $L = 100$. Il suffit de joindre les points ainsi obtenus à l'origine des coordonnées. Il n'est cependant pas utile de tracer les droites jusqu'au point de concours des axes coordonnés : les petites valeurs de $s$ conduiraient, en effet, à des densités de courant très exagérées, et tout à fait prohibitives.

L'emploi de ce graphique est des plus commodes. Montrons-le par un exemple.

Supposons une canalisation de 80 m de longueur. L'ordonnée menée par le point $L = 80$ coupe toutes les droites du réseau en des points dont la cote, lue à l'échelle des $s$, donne la section par ampère correspondant aux diverses chutes de tension.

En relevant ces cotes, on peut immédiatement former le petit tableau suivant, composé de deux colonnes, dont l'une, celle de gauche, renferme le nombre de millimètres carrés par ampère à donner à chacun des deux câbles de cette canalisation pour obtenir les chutes de tension portées en regard dans la colonne de droite.

| Section en mm² par ampère. | Chute de tension correspondante Volts. |
|---|---|
| 2,88 | 1 |
| 1,92 | 1,5 |
| 1,44 | 2 |
| 0,57 | 5 |
| 0,145 | 20 |
| 0,095 | 30 |

Les chiffres de la colonne de gauche sont proportionnels aux poids de cuivre, donc au prix des câbles; ceux de la colonne de droite à la perte d'énergie; on a donc ainsi en regard tous les éléments d'appréciation qui peuvent guider le choix à faire.

Cette manière de déterminer la section d'un câble en la rapportant à l'intensité du courant est intéressante en ce que, d'une part, elle fournit des nombres simples et, d'autre part et surtout, en ce que ces nombres, rapportés tous à 1 ampère, rendent comparables entre eux les cas les plus divers. C'est le même principe qui conduit à la détermination de la densité de courant et le lecteur n'a certainement pas manqué d'apercevoir

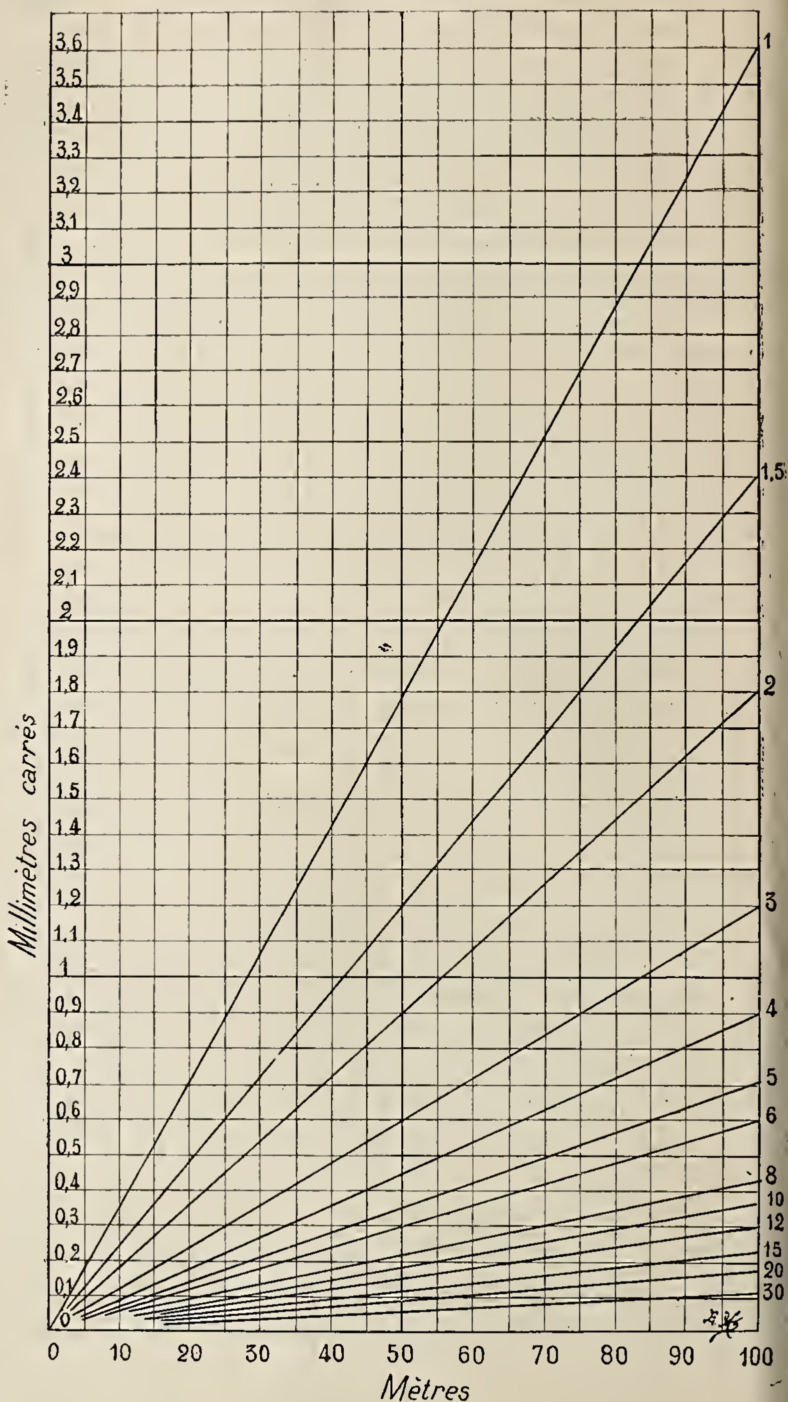



Fig. 54.

que ce nombre $n$ de millimètres carrés par ampère est l'inverse de la densité de courant $\Delta$.

$$n = \frac{1}{\Delta} \qquad (18)$$

L'exemple très simple suivant mettra pleinement en évidence l'intérêt qu'il y a à considérer ces nombres $n$ ou $\frac{1}{\Delta}$. Supposons qu'on ait déterminé trois canalisations,

| | | | |
|---|---|---|---|
| l'une de | 19 amp. | section | 10,8 mm² |
| l'autre de | 44 — | — | 25 mm² |
| la dernière de | 67 — | — | 38 mm² |

A première vue, aucun lien n'apparaît entre ces résultats. Mais si nous formons les quantités $n$, c'est-à-dire les rapports des sections aux ampères nous trouvons :

$$\frac{10,8}{19} = \frac{25}{44} = \frac{38}{67} = 0,57 \text{ mm}^2 : \text{amp.}$$

Ces trois canalisations donneraient donc toutes trois une chute de tension de 5 volts, pour une longueur de 80 m.

L'approximation obtenue en lisant ce graphique, bien qu'amplement suffisante pour les besoins de la pratique, peut cependant être augmentée en le construisant à plus grande échelle. Nous signalerons encore qu'il se prête à une autre évaluation rapide. Il permet de déterminer approximativement la chute de tension provoquée dans une canalisation par un courant connu, la section du câble étant elle-même connue.

Une canalisation de 60 m est parcourue par un courant de 70 ampères, la section du câble étant de 40 mm². Divisant 40 par 70, on reconnaît que la section est de 0,57 mm² par ampère. La ligne horizontale menée sur le graphique par le point $s = 0,57$ rencontre la ligne verticale menée par le point $L = 60$ dans la région comprise entre les droites correspondantes à

$$u = 3 \text{ volts}$$
$$\text{et } u = 4 \text{ volts.}$$

Il en résulte que la chute de tension dans ce cas particulier sera comprise entre 3 et 4 volts. Si on divise en 10 parties égales la portion de l'ordonnée $L = 60$, comprises entre ces deux droites, on voit que la chute de tension dans le câble en question sera approximativement de 3,8 volts.

Mais il est préférable pour ce dernier genre d'évaluations de faire usage d'un autre graphique dont nous parlerons un peu plus loin.

Pour les sections, le graphique n'a pas été poussé au-delà de 3,6 mm² par ampère. Cela correspond à une densité de courant de $\frac{1}{3,6} =$ 0,28 amp. : mm², valeur certainement plus faible que celles que la pratique et les conditions d'économie d'établissement feront jamais adopter.

Pour les longueurs, le graphique est tracé de 0 à 100 m, ce qui est manifestement insuffisant. Mais la difficulté est des plus faciles à tourner et le même graphique peut sans difficulté s'appliquer au cas de longueurs quelconques.

Supposons d'abord une longueur comprise entre 100 m et 1000 m, soit 525 m. Il suffit de remarquer que 525 m sont la même chose que 10 fois 52,5 m. Or, d'après la formule (17), la section par ampère à employer est proportionnelle, — à chute de tension égale, — à la longueur de canalisation. Si donc cette longueur est 10 fois plus grande, — toujours avec la même chute de tension, — la section devra être aussi 10 fois plus grande. On lira sur le graphique la section par ampère correspondant au dixième de la longueur réelle, et on multipliera le résultat trouvé par 10.

Pour une chute de tension de 5 volts, on trouverait ainsi une section par ampère de 0,37 mm² qui donnerait pour 525 m une section par ampère 10 fois plus grande, soit 3,7 mm². Cette valeur conduisant à une densité de courant trop faible, on serait aussitôt amené à tolérer une chute de tension plus grande.

Soit encore une canalisation de 900 m de longueur et dans laquelle on consent une chute de tension de 20 volts.

Une canalisation 10 fois moins longue, soit 90 m, et perdant également 20 volts, aurait, d'après le graphique, une section par ampère de

0,162 mm².

Pour 900 m, on aura 10 fois plus, soit

1,62 mm² par ampère.

Comme on le voit, ce graphique, de construction simple, qui, comme tous les graphiques, a l'avantage de parler aux yeux, donne la solution immédiate d'un grand nombre de problèmes, sans autre secours de calcul qu'une multiplication généralement très simple.

Il y a encore une autre face du problème à signaler. Au lieu de chercher la section à donner à un câble, on peut avoir besoin de se rendre compte rapidement des possibilités d'utilisation d'un câble donné. C'est encore de la formule (17) que nous tirerons le résultat, en l'écrivant sous la forme

$$u = \frac{0,036}{s} L \qquad (19)$$

Si nous donnons à $s$ des valeurs fixes successives $s_1$, $s_2$, $s_3$, nous voyons que pour chacune d'elles $u$, la chute de tension, sera égale au produit de $L$, longueur de canalisation, par un coefficient numérique. Dans ce cas, la représentation graphique est encore un réseau de droites issues de l'origine et dont l'inclinaison sur l'axe des longueurs dépend de la section du câble.

Dans le tableau suivant nous donnons les valeurs du coefficient numérique pour les diverses

| Section mm². (1) | Composition du fil ou câble. (2) | Valeur du coefficient de la formule (18) (3) | Valeurs-limites. de I Ampères. (4) | Δ Ampères par mm². (5) | Chute de tension pour 1000 mètres de canalisation Volts. (6) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,63 | fil 9/10 | 0,05710 | 3,78 | 6 | 224,5 |
| 1,13 | — 12/10 | 0,03185 | 5,75 | 5,08 | 190 |
| 2,01 | — 16/10 | 0,01790 | 8,85 | 4,38 | 164 |
| 3,14 | — 20/10 | 0,01145 | 12,3 | 3,92 | 146,5 |
| 4,91 | — 25/10 | 0,00732 | 17,2 | 3,5 | 131 |
| 7,07 | — 30/10 | 0,00510 | 22,3 | 3,15 | 118 |
| 9,08 | — 34/10 | 0,00396 | 27,7 | 3,5 | 114 |
| 12,56 | — 40/10 | 0,00287 | 35,4 | 2,82 | 105,5 |
| 15,9 | — 45/10 | 0,00226 | 42,2 | 2,65 | 99,3 |
| 19,63 | — 50/10 | 0,00183 | 49,1 | 2,5 | 93,6 |
| 23,76 | — 55/10 | 0,00151 | 56,5 | 2,38 | 89 |
| 28,27 | — 60/10 | 0,00127 | 64,2 | 2,27 | 85 |
| 2,69 | 7 — 7/10 | 0,01338 | 10,8 | 4,02 | 150,5 |
| 5,5 | 7 — 10/10 | 0,00655 | 19,0 | 3,45 | 129 |
| 7,92 | 7 — 12/10 | 0,00455 | 24,68 | 3,12 | 116,7 |
| 10,8 | 7 — 14/10 | 0,00333 | 31,9 | 2,95 | 110,5 |
| 12,4 | 7 — 15/10 | 0,00290 | 34,7 | 2,80 | 105 |
| 14,1 | 7 — 16/10 | 0,00255 | 38,5 | 2,73 | 102 |
| 15,9 | 7 — 17/10 | 0,00226 | 42,2 | 2,65 | 99,3 |
| 17,8 | 7 — 18/10 | 0,00202 | 46,3 | 2,60 | 97,4 |
| 19,8 | 7 — 19/10 | 0,00182 | 50 | 2,52 | 94,3 |
| 22 | 19 — 12/10 | 0,001635 | 52,8 | 2,4 | 89,8 |
| 25,2 | 19 — 13/10 | 0,00147 | 58,7 | 2,33 | 87,2 |
| 29,2 | 19 — 14/10 | 0,00123 | 65,7 | 2,25 | 84,3 |
| 33,6 | 19 — 15/10 | 0,00107 | 73,4 | 2,18 | 81,6 |
| 38,2 | 19 — 16/10 | 0,000942 | 80,3 | 2,10 | 78,6 |
| 43,1 | 19 — 17/10 | 0,000835 | 86,6 | 2,03 | 76 |
| 48,3 | 19 — 18/10 | 0,000745 | 95,3 | 1,97 | 73,7 |
| 53,9 | 19 — 19/10 | 0,000668 | 103,5 | 1,92 | 71,8 |
| 60 | 19 — 20/10 | 0,000600 | 113 | 1,88 | 70,4 |
| 65 | 37 — 15/10 | 0,000554 | 120,5 | 1,85 | 69,3 |
| 74 | 37 — 16/10 | 0,000486 | 132 | 1,78 | 66,6 |
| 84 | 27 — 17/10 | 0,0004285 | 144,6 | 1,72 | 64,3 |
| 94 | 37 — 18/10 | 0,000383 | 160 | 1,70 | 63,5 |
| 105 | 37 — 19/10 | 0,000343 | 176,5 | 1,68 | 62,8 |
| 116 | 37 — 20/10 | 0,000310 | 186 | 1,60 | 59,8 |
| 128 | 37 — 21/10 | 0,000281 | 198,5 | 1,55 | 58 |
| 141 | 37 — 22/10 | 0,000255 | 211,5 | 1,50 | 56,1 |
| 154 | 37 — 23/10 | 0,000234 | 228 | 1,48 | 55,3 |
| 167 | 37 — 24/10 | 0,000216 | 245,6 | 1,47 | 55 |
| 182 | 37 — 25/10 | 0,000198 | 258,5 | 1,42 | 53,1 |
| 196 | 37 — 26/10 | 0,0001835 | 274,5 | 1,40 | 52,3 |
| 212 | 37 — 27/10 | 0,000170 | 290,5 | 1,37 | 51,2 |
| 228 | 37 — 28/10 | 0,000158 | 303,2 | 1,33 | 49,7 |
| 244 | 37 — 29/10 | 0,0001475 | 320 | 1,31 | 49 |
| 262 | 37 — 30/10 | 0,0001373 | 340 | 1,30 | 48,6 |
| 299 | 61 — 25/10 | 0,0001205 | 370 | 1,28 | 47,8 |
| 324 | 61 — 26/10 | 0,000111 | 402 | 1,24 | 46,4 |
| 349 | 61 — 27/10 | 0,000103 | 422 | 1,21 | 45,2 |
| 376 | 61 — 28/10 | 0,0000957 | 450,1 | 1,20 | 44,8 |
| 399 | 127 — 20/10 | 0,0000902 | 470 | 1,18 | 44,2 |

sections commerciales. Dans l'usage de ces nombres, il ne faut pas oublier que les unités à employer sont toujours :

Le volt pour les chutes de tension.

Le mètre pour les longueurs.

Le millimètre carré pour les sections.

Les chiffres des trois dernières colonnes sont établis d'après les travaux de M. Kenelly, mais en prenant pour base les coefficients que nous avons précédemment indiqués, savoir :

1,6 microhms-cm pour la résistivité du cuivre à 0° C.

0,004 pour le coefficient de température.

Les densités de courant-limite ont été déduites de celles indiquées par M. Kennelly en traçant la courbe et interpolant de façon à obtenir les chiffres correspondant à nos sections commerciales. Les intensités de courant (colonne 4) ont été déterminées avec la règle à calcul.

La dernière colonne donne les chutes de tension correspondant aux densités de courant-limite (colonne 5) en supposant qu'on ait, pour chaque section, une canalisation de 1000 m de longueur et à deux conducteurs (soit 2000 m de câble simple). Les densités de courant-limite correspondent, avec les coefficients dont nous venons de fixer les valeurs, à une température de 40° C, de sorte que le coefficient de la formule (7) est 0,0374. L'application de la formule (7), $L$ étant égal à 1000, montre qu'on obtient les nombres de la dernière colonne en multipliant par 37,4 les densités-limites (colonne 5).

Et maintenant quelle valeur faut-il attribuer à ces nombres-limites?

Il faut d'abord remarquer qu'ils ont été établis pour des câbles isolés sous moulure, c'est-à-dire pour des câbles travaillant dans des conditions de mauvaise dissipation de l'énergie calorifique produite par l'effet Joule. Les câbles nus aériens, au contraire, peuvent supporter une densité de courant beaucoup plus grande, à égalité de température de régime, car la surface métallique dissipe beaucoup mieux la chaleur, d'autant mieux qu'il s'y ajoute un effet de convection provenant des mouvements de l'air ambiant. On peut aussi observer que, pour un câble nu, la surface de rayonnement est très supérieure à la surface cylindrique qui limiterait le câble : cette surface de rayonnement est en effet la somme des surfaces libres des brins extérieurs du câble. Aussi peut-on, pour de tels câbles, augmenter fortement les limites, et, par exemple, les doubler hardiment, sans avoir à craindre que la température excède le chiffre de 40° C adopté lui-même pour la fixation de ces limites pour les câbles isolés.

Entre les câbles isolés sous moulures et les câbles nus aériens, la pratique peut présenter une série de situations intermédiaires. Pour chaque cas on devra, en s'inspirant des conditions locales et de ce que nous venons de rappeler, fixer les densités de courant-limites qui se trouveront toujours comprises entre les nombres figurant dans le tableau précédent et une valeur double (pour une élévation de température maximum de 40° C).

On donne très rarement aux canalisations industrielles des sections conduisant à des densités de courant égales aux valeurs limites, tant par raison de sécurité qu'à cause des pertes importantes d'énergie qui en résulteraient. On ne s'approcherait de ces limites que tout à fait exceptionnellement, par exemple pour des installations de fortune, des montages provisoires ou de peu de durée. Encore est-il à recommander, dans ces cas, — où souvent même pour des sections un peu importantes on dépasse assez notablement les limites, — de surveiller soigneusement les installations et prendre toutes mesures de sécurité convenables.

Dans quelle mesure doit-on alors, pour les installations fixes, se tenir en dessous des limites? On ne peut répondre d'une façon générale et par une formule précise à cette question. C'est une affaire d'espèces. Cependant on peut dire que deux conditions sont à observer : la température, la chute de tension. Il faut se fixer l'élévation maximum de température qu'on admet pouvoir résulter du passage du courant et la chute de tension qu'on ne veut pas dépasser. Nous parlerons plus loin de ce qui concerne le choix de la chute de tension. Pour ce qui est de la température, on doit avoir égard à la température ambiante. Il ne faut pas que la somme de la température ambiante et de l'excès dû au travail du câble fasse un total auquel les isolants soient susceptibles de détérioration.

Dans les installations industrielles, on adopte habituellement 25° C comme élévation de température due au passage du courant. Mais il est bien évident que si, dans une salle, comme le cas se présente assez souvent en industrie, la température ambiante est déjà de 30 ou 40°, il faudra réduire cette limite ou bien, — chute de tension mise à part, — employer des câbles spéciaux, voire même des câbles nus. C'est affaire à l'ingénieur chargé d'un projet, à apprécier l'ensemble de ces conditions et à se déterminer en conséquence dans chaque cas particulier, question, en somme, d'expérience acquise et de pratique.

Mais, hors ces cas exceptionnels, on peut, comme nous le disons, adopter 25° C. D'ailleurs,

on a généralement peu à discuter ces difficultés. Dans la plupart des cas, des règlements techniques fixent des limites pratiques. L'un des plus répandus (règlement municipal) prescrit que la densité de courant ne doit pas dépasser :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | ampères par $mm^2$ | de 1 à 5 $mm^2$ | |
| 2 | — | — | de 5 à 50 — |
| 1 | — | — | au-dessous de 50 $mm^2$ |

chiffres auxquels on se rapporte généralement, encore que le dernier soit un peu excessif et conduise à une trop grande dépense au-dessous de 100 à 150 $mm^2$.

Une dernière observation est à faire pour le moment.

Ces densités de courant, qu'on se fixe comme *limites pratiques*, sont des densités de courant en *service normal prolongé*. Il arrive, en effet, souvent qu'un câble porte, par exemple, un courant normal moyen de 100 ampères et qu'il se produise des pointes de 130, 140, 150 ampères. Si ces pointes ont une courte durée et si elles n'ont pas lieu à intervalles trop rapprochés, on pourra calculer les choses sur le courant normal moyen.

Tout ce que nous venons de dire montre combien il importe d'examiner chaque cas particulier pour lui-même, attentivement, en s'aidant des notions générales que nous venons de présenter et combien les évaluations sont aussi facilitées avec les distributions en série qui fonctionnent à courant constant.

*(A suivre).* Ch. Vallet.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## FORCE MOTRICE

### L'énergie hydraulico-électrique disponible en Suisse.

L'*Electrician* nous apprend que l'énergie hydraulique, disponible en Suisse pour être convertie en électricité, s'élève aujourd'hui, y compris la quantité déjà mise en valeur, à 722 600 ch. Sur ce chiffre, 125 000 ch sont déjà réservés pour trouver leur emploi sur les chemins de fer fédéraux dont l'électrification, suivant l'opinion généralement répandue, n'est plus qu'une question de temps. — G.

## TRACTION

### Une nouvelle voiture automotrice sur les chemins de fer suédois.

L'*Elektrotechnik und Maschinenbau* rapporte que l'on a récemment mis à l'essai, sur le chemin de fer de l'Etat suédois Enköping-Hoby, près de Stockholm, une nouvelle voiture automotrice pouvant loger 40 voyageurs, laquelle comporte une combinaison du moteur Diesel avec l'énergie électrique. Précédemment, on avait essayé une combinaison du moteur à benzol avec l'énergie électrique, mais le fonctionnement s'était révélé comme trop onéreux. La ligne ci-dessus a un développement de 37 km et la vitesse de marche, avec la voiture Diesel, a pu y être élevée jusqu'à 70 km à l'heure. La nouvelle voiture obéit facilement aux freins ; au moment où elle marche à sa vitesse maximum, elle peut être amenée à l'arrêt complet après avoir franchi seulement une distance équivalente à quelquefois sa longueur. Mais ce sont les avantages économiques du nouveau véhicule qui méritent surtout de retenir l'attention. Alors qu'un train local ordinaire, sur la ligne en question, consomme de 500 à 1000 kg de charbon, la consommation d'huile brute, dans la voiture automotrice Diesel, n'est que de 10 kg pour le même parcours. Au besoin, on peut atteler à l'automotrice une ou deux voitures ordinaires.

Le nouveau véhicule, construit par une compagnie électrique suédoise, promet de rendre de précieux services sur les chemins de fer suédois à trafic peu intense, où la circulation des voyageurs constitue actuellement une source permanente de pertes. Il pourra, en outre, être utilisé sur les grandes lignes pour former les trains rapides de voyageurs qui ne s'arrêtent que dans les gares importantes.

En outre de l'économie importante en combustible qu'elle permet de réaliser, l'automotrice en question offre les avantages ci-après :

La dépense en eau et en combustible est minime, car on peut embarquer sans difficulté une provision d'huile suffisante pour plusieurs jours ; d'autre part, on n'a besoin de s'approvisionner que de la minime quantité d'eau qui correspond aux pertes par évaporation et par fuite se produisant dans un système réfrigérant presque absolument clos. De cette manière, on peut franchir de très longs trajets sans avoir à s'arrêter pour

prendre de l'eau ou du combustible. Pour la réfrigération, l'on peut employer de l'eau inutilisable dans les chaudières à vapeur. Le chauffage de la voiture automotrice, en hiver, n'entraîne aucun frais. La mise en marche de la machine se fait sans qu'on ait besoin de procéder à un coup de feu préalable dispendieux. L'absence d'étincelles entraîne l'absence de risques l'incendie. Toute voiture automotrice constitue une station centrale mobile qui peut trouver place sur un point quelconque du réseau et fournir en tout temps l'énergie nécessaire pour l'éclairage et l'actionnement des machines. Un seul homme suffit pour la conduire.

De longs essais pourront seuls faire connaître si le nouveau véhicule présente les conditions convenables de sécurité et de résistance mécanique. Malheureusement le prix de revient est élevé; la voiture automotrice fournie à l'Etat suédois coûte 40 000 francs; il est vrai que ce prix pourra être réduit du moment que l'on fabriquera industriellement. On songerait à fonder une société qui donnerait en location des voitures automotrices de l'espèce, aux chemins de fer privés suédois, contre paiement d'une somme déterminée par km parcouru.

Les journaux suédois rapportent que des demandes de renseignements, sur le nouveau système de traction, sont déjà parvenues de l'étranger. — G.

# Bibliographie

**Konstruktion, Bau und Betrieb der Funkenisolatoren und deren Anvendung, mit besonderer Berücksichtigung der Roentgenstrahlentechnik** *(Construction, montage et fonctionnement des bobines d'induction et leur emploi, avec étude spéciale de la technique des rayons Rœntgen)*, par Ernest Ruhmer. Un volume, format 240 × 170 mm, d'environ 300 pages avec environ 200 figures. 2e édition, revue et augmentée. Prix de l'ouvrage entier, broché : 5 mark. Prix de la première livraison : 1,25 mark. (Edité par la revue *Mechaniker*) de Berlin, 1912.

L'ouvrage bien connu ci-dessus a sa première édition depuis longtemps épuisée. Dans sa seconde édition, dont la première livraison, qui vient de paraître, doit être incessamment suivie des trois autres livraisons, il a été rectifié et complété en correspondance avec l'état actuel de la science et de la technique moderne. Il mentionne, avec figures à l'appui, toutes les particularités méritant d'être notées dans la construction des bobines et appareils d'induction, ainsi que les dérangements éventuels, leur détermination et leur suppression; il expose de plus les principes théoriques des mêmes appareils, afin de mettre le lecteur à même d'en tirer le plus grand rendement possible. Enfin il reproduit les différents types de bobines déjà construits, tant en Allemagne qu'à l'étranger, et il étudie en détail les sources de courant, les appareils accessoires, les expériences jusqu'ici effectuées, etc. La valeur du livre ci-dessus, écrit en un langage accessible à tous et accompagné de nombreuses figures, est garantie par le nom de l'auteur, qui jouit d'une si haute réputation dans les cercles s'occupant d'électricité. M. Ernest Ruhmer a consigné, dans le livre en question, les connaissances pratiques par lui acquises durant les longues années qu'il a consacrées à la construction des bobines d'induction, ainsi que le résultat de ses études théoriques spéciales sur la même matière.

# Nouvelles

### Lampes à fil métallique de forte intensité employées par l'Administration des chemins de fer belges.

Des lampes à filament métallique sont employées par l'Administration des chemins de fer belges depuis 1904, pour l'éclairage des trains, et depuis 1907, pour l'éclairage des gares, quais, etc.; c'est, d'ailleurs, sous l'inspiration des ingénieurs du chemin de fer que le Comité de l'Exposition de Bruxelles en 1910, fit l'essai des lampes intensives ; l'utilisation de ces lampes s'étend rapidement.

***

### La télégraphie sans fil perfectionnée et vulgarisée par un instituteur.

Grâce à M. Franck Duroquier, instituteur public à Anché, les aviateurs communiqueront par tous les temps avec la terre.

Ce modeste savant, qui utilise les loisirs que lui laisse l'enseignement à l'étude des problèmes les plus ardus, continue ses recherches. Il est sur le point de résoudre de nouveaux problèmes et notamment l'application pratique de la télégraphie sans fil aux aéroplanes par la suppression des antennes réceptrices. Notre correspondant de Tours vient de faire à l'école d'Anché une visite dont voici le compte-rendu :

« Chinon, 15 juillet. Je suis sorti émerveillé de la visite que je viens de faire à l'école d'Anché. Les petits enfants de ce village en savent plus que nous sur les mystères de la télégraphie sans fil. Leur maître, en effet, leur a permis de se servir de ses appareils et ceux-ci leur sont rapidement devenus si familiers que les bambins traduisent couramment au son les signaux des appareils Morse.

« Quel rêve féerique de science moderne! Les petits enfants de la bourgade tourangelle peuvent saisir au vol les effluves mystérieuses qui portent les messages de presque tous les postes français, de Bizerte, d'Oran, de ceux de Norddeich (Allemagne, 1000 km), de Madrid, de Gibraltar, de Coltano (Italie), de Clifden (Irlande), des escadres du Nord et de la Méditerranée et quelquefois de Glace-Bay, au Canada.

« Bientôt, sans doute, pendant la récréation, les barres et le cheval fendu seront remplacés par l'audition d'un concert dont les musiciens sont à Alger ou à Londres.

« L'école est encore surmontée des vieilles antennes, désormais inutiles. On sait que M. Franck Duroquier fut longtemps le seul à avoir droit à un poste de T. S. F. en dehors des grands services de l'Etat.

« Mais si les mâts récepteurs surmontent encore l'école, ils sont désormais sans emploi.

« Un simple *collecteur* intérieur y supplée. Il est constitué, à Anché, par une sorte de grille en fil de fer, longue de 12 m environ et large de 4, tendue horizontalement dans le grenier de l'école.

« Voici plus fort. A 50 cm du sol, avec 50 m de fil de fer, l'appareil Duroquier reçoit les messages de la tour Eiffel.

« Adopté actuellement au poste militaire de la tour Eiffel; choisi, parmi vingt autres, par le capitaine Tilho, chef de la mission de délimitation des territoires du Tchad, qui vient de s'embarquer à Bordeaux, l'appareil de Duroquier a été reconnu comme le plus parfait de tous les détecteurs connus.

« Ce qu'il y a de remarquable, c'est que cet appareil, fonctionnant *sans piles*, *sans antennes* extérieures, est doué d'une telle sensibilité que l'on peut recevoir, au son, à l'aide d'un casque téléphonique, *sans table d'accord et sans pile*.

« Franck Duroquier en a renouvelé ces jours-ci l'expérience, dans un salon parisien, en présence de M. Couyba, ancien ministre; Garnier, etc.

« De même, à bord de la *Savoie*, où son appareil est en essai, m'apprend-il, on entend, en pleine Méditerranée, la musique jouée au Fort-de-l'Eau, à Alger.

« Quelle somme de travail a exigée la mise au point de son appareil? On s'en rendra compte quand on saura que M. Frank Duroquier a fait *quatre mille* expériences préalables sur différentes matières. Il construisit lui-même de toutes pièces, avec des outils rudimentaires, les différentes parties de ses premiers appareils, qui lui demandèrent quatre ans d'études, pendant lesquelles il tint à honneur de ne pas interrompre son enseignement

« Pendant que les lettres s'abattent par centaines de tous les points de la France et de l'étranger, que les visiteurs se succèdent, officiers, ingénieurs, journalistes, curieux, tous désireux d'interroger, de voir, d'entendre, Fr. Duroquier n'est nullement troublé par la rumeur de la notoriété.

« Je l'ai trouvé en train de se poser de nouveaux problèmes et d'orienter ses recherches vers un autre point de la T. S. F., les communications par le T. S. F. avec les aéroplanes.

« Il a déjà créé deux types d'appareil dont la sensibilité est telle qu'il n'est pas indispensable de se servir d'un *accord de résonance*.

« Les expériences officielles ont prouvé que le *détecteur d'ondes indéréglables* ne craignait, contrairement aux autres types connus, ni les chocs, ni les trépidations, ni les décharges parasites causées par les orages. La matière détectrice réside dans une variété de sulfure de plomb naturel amélioré à la suite de manipulations assez longues. C'est tout ce qu'il nous est permis d'en révéler.

« Mais déjà le problème d'hier est résolu, aujourd'hui apporte un nouveau rêve au savant qui, demain, en fera une réalité.

« Et, sans doute, un dernier perfectionnement de l'appareil va permettre les communications téléphoniques avec les aviateurs.

« Les conséquences des procédés qu'inventa l'instituteur d'Anché sont incalculables et les applications qui en découleront sont innombrables. Demain l'homme-oiseau ne sera plus perdu dans la nue, il restera en constante communication avec la terre.

« Il n'y a rien de plus beau et de plus grand dans l'histoire que l'exemple de cet instituteur qui, sans cesser d'accomplir son labeur quotidien, utilise ses loisirs à guider les pas de l'humanité dans sa marche vers le progrès. »

(*L'Action*).

*
* *

### Approbation de compteur d'électricité.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la compagnie des compteurs Aron, 12, rue Barbès, à Levallois-Perret (Seine);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 6 juillet 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le compteur type Z. I. M., monophasé à deux fils pour les calibres jusqu'à 75 ampères et 600 volts inclusivement, avec minuterie à aiguilles ou à rouleaux, de la compagnie des compteurs Aron.

Paris, le 12 juillet 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, 16 et 18, boulevard de Vaugirard, Paris;

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 6 juillet 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le compteur type C. T. A. monophasé à deux fils, pour les calibres jusqu'à 10 ampères et 500 volts inclusivement, avec minuterie à aiguilles de compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz,

Paris, le 12 juillet 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la compagnie des compteurs Aron, 12, rue Barbès, à Levallois-Perret (Seine);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 6 juillet 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le compteur type R. M. W. watt-heure-mètre pour courant continu à deux et trois fils, pour les intensités jusqu'à 75 et ampères tension jusqu'à 500 volts, de la compagnie des compteurs Aron.

Paris, le 12 juillet 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la compagnie des compteurs Aron, 12, rue Barbès, à Levallois-Perret (Seine);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 6 juillet 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le compteur type R. I. M. monophasé à deux fils, pour les calibres jusqu'à 75 ampères et 600 volts inclusivement, avec minuterie à aiguilles ou à rouleaux, de la compagnie des compteurs Aron.

Paris, le 12 juillet 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la compagnie des compteurs Aron, 12, rue Barbès, à Levallois-Perret (Seine);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 6 juillet 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908,

le compteur type Z. I. M., monophasé à deux fils pour les calibres jusqu'à 75 ampères et 600 volts inclusivement, avec minuterie à aiguilles ou à rouleaux, de la compagnie des compteurs Aron.

Paris, le 12 juillet 1912.

Jean DUPUY.

***

## Exposition universelle et internationale de Gand en 1913.

*LOI relative à la participation de la France à l'exposition universelle et internationale de Gand en 1913.*

Le Sénat et la Chambre des députés ont adopté,

Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Art. 1er. — Le ministre du Commerce et de l'Industrie est autorisé à engager, pour la participation de la France à l'exposition universelle et internationale de Gand en 1913, des dépenses qui ne pourront excéder la somme de huit cent vingt mille francs (820 000 fr.).

Art. 2. — Il est ouvert au ministre du Commerce et de l'Industrie, en addition aux crédits alloués par la loi de finances du 27 février 1912 et par des lois spéciales, un crédit extraordinaire de cinquante-cinq mille francs (55 000 fr.), qui sera inscrit à un chapitre nouveau portant le nº 41 *ter* et ainsi libellé : « Exposition universelle et internationale de Gand. »

Il sera pourvu à ce crédit au moyen des ressources générales du budget de l'exercice 1912.

Fait à Paris, le 12 juillet 1912.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

*Le président du Conseil, ministre des Affaires étrangères,*

R. POINCARÉ.

*Le ministre du Commerce et de l'Industrie,*

Fernand DAVID.

*Le ministre des Finances,*

L.-L. KLOTZ.

Le Président de la République française,

Vu le décret du 3 avril 1912, nommant le commissaire général du gouvernement français à l'exposition universelle et internationale de Gand;

Sur le rapport du ministre du Commerce et de l'Industrie,

Décrète :

Art. 1er. — Le commissaire général est chargé, sous la haute autorité du ministre du Commerce et de l'Industrie, des rapports entre le gouvernement français et le gouvernement belge, en ce qui concerne l'exposition internationale et universelle de Gand, en 1913.

Il a la direction de tous les services, prend toutes les mesures administratives nécessaires pour l'organisation de la participation française.

Sous son autorité et son contrôle, le comité français des expositions à l'étranger est chargé de recruter, d'admettre et d'installer les exposants.

Art. 2. — Le commissaire général nomme les comités d'admission et d'installation, sur la présentation du comité français des expositions à l'étranger.

Il nomme également les membres du jury, sur les listes présentées par le comité français des expositions à l'étranger et comprenant un nombre de candidats au moins double du nombre des jurés à nommer.

Les membres des comités d'admission et d'installation et du jury ne peuvent être choisis que parmi les exposants.

Art. 3. — Le commissaire général désigne les délégués et constitue les comités spéciaux nécessaires à l'organisation et au fonctionnement des expositions spéciales, ainsi qu'à la tenue des concours et congrès.

Art. 4. — Le ministre du Commerce et de l'Industrie est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois.*

Fait à Rambouillet, le 16 mai 1912.

A. FALLIÈRES.

Par le Président de la République :

*Le ministre du Commerce et de l'Industrie,*

Fernand DAVID.

*Le Gérant :* L. DE SOYE.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^T-JACQUES.

# Progrès de la traction électrique en Angleterre.

En Angleterre, la question des transports urbains a atteint en quelque sorte une période des plus intéressantes. Celui qui étudie de près ce sujet peut observer les changements qui se sont produits constamment, chaque année, pour ainsi dire, voyant éclore de nouveaux progrès qui modifient le caractère essentiel du problène et les attitudes des protagonistes. Aujourd'hui, il n'est plus utile de discuter sur les avantages respectifs de la traction par trolley aérien, caniveaux souterrains, accumulateurs ou plots superficiels. A Londres, par suite des conditions particulières y existant, on continue à assurer un service fort satisfaisant avec le caniveau souterrain pour la plupart des lignes et en employant pour les autres le trolley aérien. Bournemouth, qui s'est cantonné si longtemps dans le caniveau souterrain, ne le possède plus et a consacré toutes ses économies à convertirson réseau en trolley aérien; Torquan, qui essaya le contact superficiel, l'a changé en trolley, Hastings doit en faire de même d'ici peu, mais Wolverhampton et Lincoln le gardent et s'en déclarent satisfaits. En ces quelques mots, on peut ainsi résumer la situation actuelle des différents systèmes d'exploitation des tramways électriques. Mais les débuts des omnibus à pétrole et pétroléo-électriques ont, pendant ces derniers mois, en même temps que la voiture électrique à trolley sans rail, introduit de nouveaux facteurs qui, indubitablement, exercent une influence considérable sur la situation. Les voitures électriques sans rail fournissent un service fort satisfaisant entre Leeds et Bradford ainsi qu'à Rotherham, Dundee et d'autres endroits et le Parlement a tout récemment ordonné des études et des enquêtes en vue de savoir si, relativement à l'entretien des routes, ces nouveaux véhicules pouvaient être adoptés ou défendus à cause de l'usure provoquée par eux sur les voies publiques.




Fig. 55. — Omnibus pétroléo-électrique, système Tilling-Stevens, en service à Londres.

Parmi les plus intéressantes des innovations qui ont été réalisées dans cet ordre d'idées, sont peut-être les efforts qui tendent vers la traction pétroléo-électrique tant pour les omnibus destinés au service urbain que pour les voitures-tramways sur rails.

Les opinions des autorités compétentes en traction sur la meilleure solution des transports urbains se sont trouvées exprimées au récent Congrès de l'association des trains légers et tramways, qui a eu lieu à Swansea, où M. A. Pott, de Londres, a présenté un travail sur les valeurs respectives des tramways, des autobus et de la traction sans rails comme moyens de transport; son expérience en cette matière peut servir de base à des conclusions décisives. Brièvement, il résume son avis comme il suit : les tramways constituent le mode de transporter, à bon marché,

un grand nombre de voyageurs à travers une ville. Le public, soit comme client, soit comme contribuable, retire des tramways, directement ou indirectement, plus d'avantages que de toute autre forme de transports. Les tramways constituent encore une bonne entreprise commerciale là où le capital engagé peut être maintenu dans des limites raisonnables et où l'électricité peut être distribuée ou produite à bas prix. En Angleterre, de nouveaux règlements sont nécessaires pour placer les tramways dans une position aussi favorable que les autres moyens rivaux de locomotion. Les tramways qui ont été établis sous l'empire de l'ancienne loi nécessitent de gros capitaux qui deviennent une charge onéreuse, non seulement par suite des intérêts à payer, mais aussi à cause des frais d'entretien des routes, des impôts, de telle sorte qu'il devient difficile de rivaliser avec les autres modes de transports qui ne participent en rien à ces lourdes charges. M. Pott dit ensuite que les omnibus conviennent aux villes dont les rues sont étroites et sinueuses et où, pour ces raisons, l'encombrement de tous véhicules est grand; mais ils exigent, pour fonctionner, des rues bien pavées. Ils peuvent être d'une grande utilité comme auxiliaires aux tramways et chemins de fer, spécialement si on a besoin d'un service régulier mais peu fréquent. Ils sont aussi un aide utile aux tramways pendant les heures actives de la journée et peuvent fonctionner sur routes pour un service d'été supplémentaire aux tramways et chemins de fer. Une entreprise d'omnibus peut être établie avec un capital moindre que celui qui est nécessaire à une installation de tramways. Quant à la traction sans rails, dit M. Pott, elle peut mieux fournir toutes facilités de transport au-delà du point terminus d'une ligne de tramways si le trafic est suffisant pour justifier un service toutes les 15 minutes; elle peut être établie avec un capital relativement faible et constitue un mode de transport provisoire sur route qui peut, dans l'avenir, se transformer, suivant les besoins, en une ligne de tramways. Elle est spécialement appropriée aux districts d'agriculteurs, pouvant ainsi transporter voyageurs et produits de la ferme. M. Pott déclare qu'il y a un grand besoin d'entente entre les différents systèmes de transports : tramways, chemins de fer, autobus, voitures à trolley avec échanges et correspondances. Le public pourrait alors bénéficier grandement de ces cordiales relations qui profiteraient également aux diverses entreprises, tandis que la rivalité si âpre qui existe en arrive à ne procurer aucun avantage, ni aux uns ni aux autres.

Il y a deux autres changements que nous devons mentionner ici en passant. Le Conseil de comté de Londres a récemment reçu l'autorisation d'adjoindre des voitures remorquées aux tramways électriques pendant certaines heures de la journée. Cette modification, croit-on, procurera à la fois des économies et des commodités, mais le service de la police ne lui est pas favorable. L'autre nouveauté est l'introduction, pour la première fois, en Angleterre, du système américain P. A. Y. E. (Pay as you enter) : « Payez dès que vous entrez »; on a inauguré ce mode de perception du prix des places sur les tramways de Gateshead, mais les administrateurs de tramways expriment l'avis que, dans beaucoup de villes, ce système ne pourra guère s'appliquer aux conditions modernes du trafic.

Si, maintenant, nous examinons les progrès réalisés dans les omnibus pétroléo-électriques, nous voyons qu'il y a plusieurs systèmes en faveur sur le marché, mais un de ceux qui a attiré le plus l'attention, depuis plusieurs années et spécialement encore tout dernièrement, est le système Tilling Stewens. Des détails, d'après une revue anglaise, ont déjà été donnés à son sujet dans l'*Électricien* (1). Pour compléter ces premiers renseignements, nous devons ajouter qu'il existe maintenant un grand nombre d'omnibus de cette fabrication circulant dans Londres; quelques-uns même ont été commandés pour l'étranger et plusieurs font également un service urbain dans les rues de Newcastle-on-Tyne et de Liverpool. Chaque voiture comportant un groupe électrogène complet, ce groupe peut être employé à divers usages, lorsque la voiture n'est pas en service. C'est ainsi que maintenant ces groupes servent quotidiennement à exécuter des travaux de soudure électrique et le ministère de la guerre les emploie depuis deux ans à alimenter des projecteurs; le groupe, adopté par l'Amirauté pour ses projecteurs, a une puissance lumineuse de 800 lampes de 16 bougies.

Les figures 55 et 56 montrent les nouveaux types d'omnibus pétroléo-électriques construits spécialement, les premiers pour le continent et les deuxièmes, découverts, pour les Indes.

Nous devons également mentionner l'application toute récente faite de ces groupes pétroléo-électriques pour la traction sur les chemins de fer (fig. 57).

Une voiture automotrice ainsi équipée a été mise en service sur le Grand Central anglais entre Marylebone et South Hairow. C'est là une toute

(1) N° 1079, 2 juillet 1911, p. 155.

nouvelle installation en Angleterre, bien que la Compagnie Westinghouse, l'A. E. G. et d'autres encore l'aient essayée déjà sur quelques réseaux européens. C'est après une série d'études et de recherches sur les expériences réalisées sur le continent que l'Administrateur général du Grand Central a commandé une voiture pétroléo-électrique de 90 ch à la compagnie anglaise Westinghouse.

Cette voiture mesure 12,65 m sur 2,65 m et une hauteur de 2,30 m; elle est divisée en quatre compartiments. A l'une des extrémités se trouve la salle des machines qui renferme le moteur, la génératrice, le coupleur, les freins et le groupe d'éclairage avec les réservoirs de combustible et commande s'effectue au moyen d'un seul levier; le coupleur est muni des doigts de contacts ordinaires des coupleurs de tramway, mais il est disposé de manière à commander à la fois le moteur et la génératrice. Cette commande peut s'effectuer à l'une ou l'autre des extrémités de la vitesse et ne nécessite la présence que d'un seul homme, au contraire des machines à vapeur qui en demandent toujours deux. Deux moteurs-série de 64 ch sont montés sur les essieux et actionnent la voiture. Enfin, un petit groupe à pétrole sert à l'éclairage, la génératrice fournit du courant à 24 volts aux barres d'un petit tableau portant commutateurs, fusibles et voltmètre. Les circuits des lampes partent de ce tableau.



Fig. 56. — Omnibus pétroléo-électrique, système Tilling-Stevens, en service aux Indes.

d'eau. Les deux compartiments de milieu sont réservés aux voyageurs, dont 50 assis et un espace libre pour tous ceux qui peuvent s'y tenir debout. Une portière centrale donne accès à chaque compartiment. Le quatrième compartiment est réservé au mécanicien et contient seulement le coupleur et les leviers de frein. Le moteur est à 4 temps, à 6 cylindres de 140 × 160 mm, et à une vitesse normale de 950 tours par minute, fournit 90 ch. Il est installé de manière que toutes ses parties soient facilement accessibles. Un régulateur approprié empêche le moteur de s'emballer quand la charge est brusquement supprimée. Un accouplement flexible relie le moteur au générateur qui est du type à enroulement shunt et spécialement destiné à ce service. Le réservoir à pétrole est fermé, protégé et ventilé de manière à éviter les risques d'incendie. La

Cette voiture automotrice est spécialement destinée à un service suburbain, mais peut encore fonctionner facilement avec une ou deux voitures remorquées sur une grande ligne. Elle n'est destinée qu'à des vitesses maxima de 64 km à l'heure, mais elle peut facilement atteindre en palier une vitesse moyenne de 56 km. Cependant on nous affirme que sur la ligne de Harrow elle a fourni 72 km à l'heure. Un avantage que présente ce système est que, pendant la période de démarrage, on obtient le rendement maximum du moteur. Il s'ensuit un effort de traction excessivement puissant pendant le démarrage et une rapide accélération.

En terminant, nous croyons devoir signaler une toute autre nouvelle application du groupe pétroléo-électrique sur les chemins de fer, réalisée, celle-là, en Allemagne. C'est l'A. E. G., de Berlin,

qui a monté la voiture automotrice dont la figure 57 donne la vue des machines; elle circule sur une petite ligne, le Ostendsche Eisenbahn-Gesellschaft, à Konigsberg, dans l'est de la Prusse. truck propulseur. Ces deux trucks ont double ressort. La dynamo est montée sur un bâti supporté par des ressorts portant de boîtes d'essieu. Il résulte de cette disposition d'ensemble que les

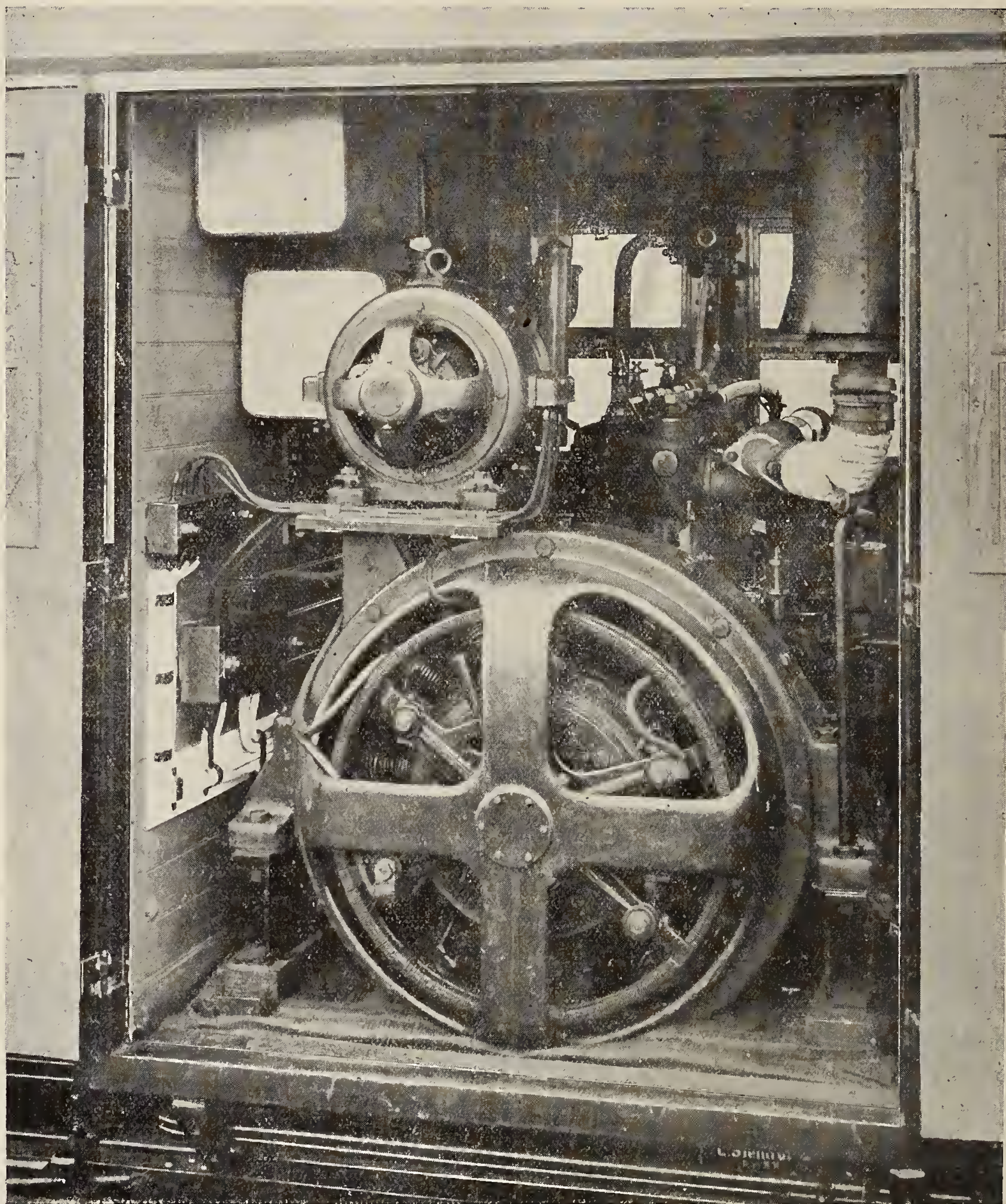


Fig. 57. — Équipement d'une voiture automotrice de chemin de fer, par le système Tilling-Stevens.

Cette voiture comporte une cabine de mécanicien, à chaque bout, le compartiment des machines, un compartiment de 3e classe avec 15 sièges et un de seconde classe avec 12 sièges. Le châssis est muni de trucks à bogies dont celui d'avant supporte le groupe pétroléo-électrique tandis que les moteurs sont installés sur l'autre qui sert de vibrations des machines n'a pas d'effet sur le corps de la voiture. Les deux cabines de mécanicien contiennent un coupleur, le frein à main, les soupapes du frein à air comprimé et l'appareil de démarrage. Le moteur à pétrole a 4 cylindres et donne de 55 à 58 ch. Le carburateur est alimenté au moyen d'un réservoir fixé sur la paroi du com-

partiment; les cylindres sont à refroidissement d'eau. La dynamo est excitée séparément par une petite machine entraînée par courroie de l'arbre du moteur. Les deux moteurs propulseurs sont montés en parallèle, ils peuvent actionner la voiture et deux remorques à une vitesse de 30 km en palier; la commande s'effectue d'après le système Ward-Leonard. La dynamo est à enroulement shunt avec pôles auxiliaires et les balais sont montés sur un dispositif permettant d'obtenir un réglage simultané.

Le courant nécessaire à l'éclairage est fourni par l'excitatrice et les variations de tension sont neutralisées au moyen de résistances spéciales Nernst montées en série avec les lampes. Dans les cabines de mécanicien, se trouvent les instruments de mesure ordinaires, y compris un compteur enregistreur. L'A. E. G. déclare que ces voitures pétroléo-électriques, d'après l'expérience et la pratique obtenues, ont prouvé qu'elles étaient d'un secours efficace et économique pour les petites lignes locales affectées au transport des voyageurs.

BRIDGE.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

On a vu que, pour une section donnée, la chute de tension $u$ est proportionnelle à la longueur de canalisation (mesurée suivant le trajet des conducteurs).

$$u = \frac{0{,}036}{s} L \qquad [19]$$

Les divers coefficients de $L$, calculés pour les sections commerciales en usage, ont été réunis dans un tableau de manière à faciliter les calculs.

Comme dans le cas de la formule [17], on peut aussi remplacer le calcul par la simple lecture d'un graphique convenablement établi. La précision dans les évaluations est certainement moindre quand on fait usage d'un graphique, mais elle est encore très suffisante pour les besoins de la pratique; on y gagne du temps, puisque les calculs sont faits une fois pour toutes et les chances d'erreur sont à peu près annulées.

Le graphique relatif à la formule [19] s'établit de façon analogue à ce qui a été fait pour la formule [17].

Quand on fixe la valeur de $s$, on voit que la chute de tension $u$ est égale au produit de la longueur $L$ par une constante. En coordonnées rectangulaires, ce type d'expression représente une droite passant par l'origine, le coefficient numérique caractérisant l'inclinaison de cette droite sur l'axe des $L$.

Pour chaque valeur de $s$, on a ainsi une droite menée par l'origine O des coordonnées, dont l'inclinaison dépend de la valeur du coefficient numérique, et l'ensemble des droites relatives aux diverses sections commerciales forme un faisceau qui constitue tout le graphique.

Ces droites sont des plus faciles à construire. Puisqu'elles passent toutes par l'origine, il suffit d'en déterminer soigneusement un second point. Or il y a pour chacune d'elles, c'est-à-dire pour chaque section commerciale, un point très facile à définir, c'est celui pour lequel $L = 100$.

Pour avoir ces points, il suffira de multiplier par 100 les nombres tous calculés figurant dans la troisième colonne du tableau précédent.

Il y a ici une observation à présenter.

Voici par exemple les résultats obtenus en faisant $L = 100$ pour quelques sections.

| Sections $mm^2$. | Valeurs correspondantes de $u$ pour $L = 100$. |
|---|---|
| 4,91 | 0,732 |
| 19,8 | 0,182 |
| 38,6 | 0,0942 |
| 105 | 0,0343 |
| 324 | 0,0111 |
| 399 | 0,00902 |

Le lecteur reconnaîtra immédiatement que la valeur de $u$ correspondant à la plus petite section 4,91 $mm^2$ est, en chiffres ronds, 81 fois plus grande que celle relative à la plus grande section 399 $mm^2$. D'autre part, pour que le graphique soit lisible, il importe que deux droites successives soient suffisamment écartées. Or, si on calcule la valeur de $u$ pour $L = 100$ pour la section immédiatement inférieure à 399 $mm^2$, soit 376 $mm^2$, on trouve d'après le tableau précédemment donné

0,00957

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1128, 10 août 1912, page 84 et n° 1129, 17 août 1912, page 103.

ce nombre ne diffère de celui relatif à 399 mm² que de

0,00055

soit seulement les 7,6 dix millièmes de la différence

0,72298

qui existent entre les valeurs de *u* correspondant aux sections extrêmes 4, 91 et 399 mm².

Pour que les droites relatives aux sections 376 et 399 mm² soient suffisamment distinctes, il faut que la différence de leurs valeurs de *u* pour $L = 100$ soit ou moins représentée par un intervalle de 1 mm à 1,5 mm et on voit alors que la différence des valeurs de *u* pour $L = 100$ relative aux sections 4,91 et 399 mm² qui serait environ 1300 fois plus grande, le diagramme serait bien encombrant.

On tourne la difficulté, et c'est ce que nous avons fait dans les diagrammes (fig. 58, 59 et 60) en partageant les sections en plusieurs groupes et construisant le diagramme pour chaque groupe avec une échelle appropriée.

On voit qu'on arrive ainsi à des dimensions très raisonnables et à des graphiques d'une lecture facile.

Dans les trois diagrammes (fig. 58, 59 et 60), l'échelle de longueur peut être prise égale à 1 mm par mètre.

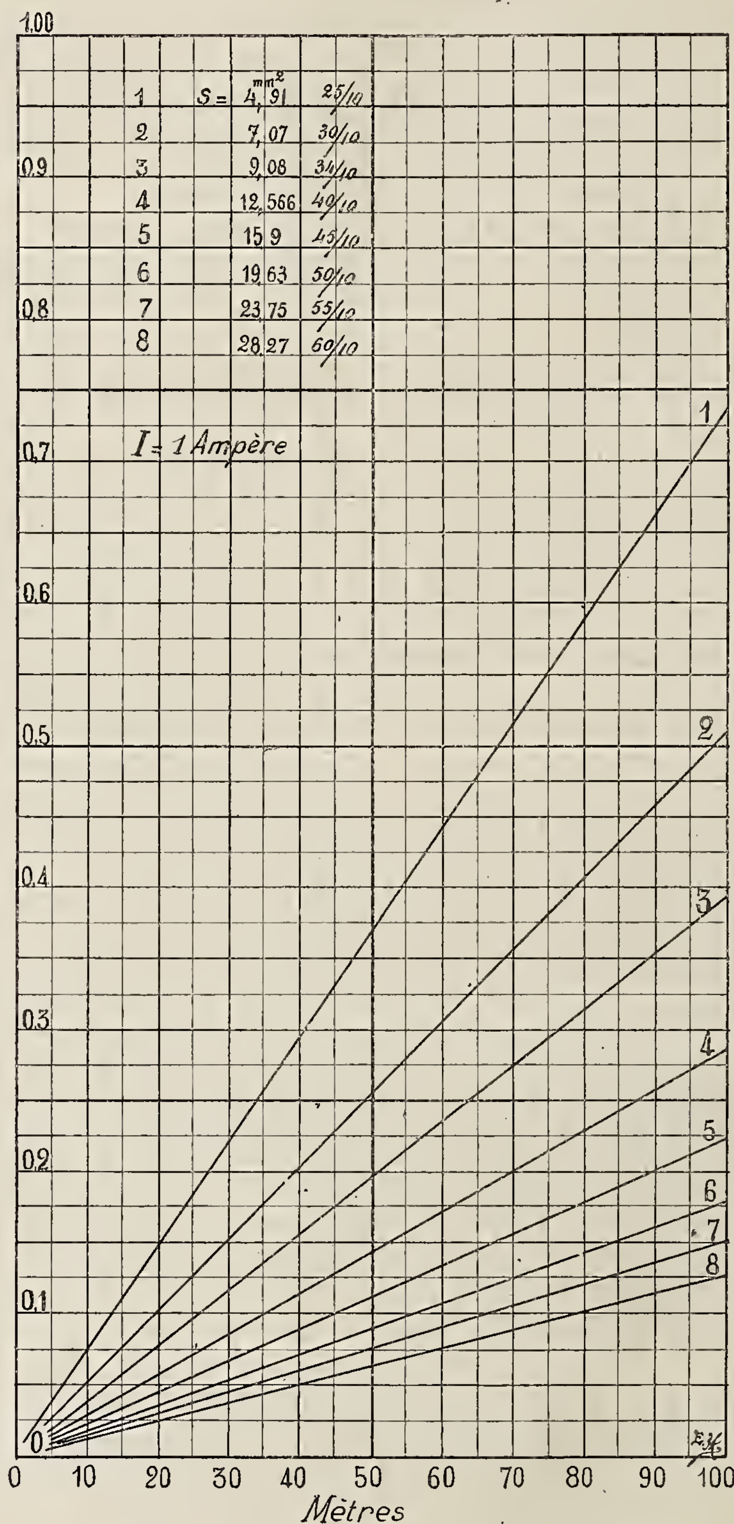



Fig. 58.

Le diagramme (fig. 58) est relatif aux filsdepuis le diamètre de 25/10 à celui de 60/10. L'échelle peut être prise pour les chutes de tension égale à 20 mm pour un dixième de volt.

Le diagramme (fig. 59) rapporte aux câbles de 5,5 mm² jusqu'à 33,6 mm². L'échelle peut être la même que pour le diagramme (fig. 58).

Enfin le diagramme (fig. 60) s'applique aux câbles depuis 38,2 mm² jusqu'à 399 mm². L'échelle doit être dix fois plus grande que dans les deux précédents : 20 mm pour un centième de volt.

Bien qu'avec ces échelles, ces divers diagrammes restent bien lisibles dans toutes leurs parties utiles, on peut cependant augmenter cette lisibilité et comme conséquence la précision. Le procédé consiste à utiliser les diagrammes assez loin de l'origine des coordonnées, dans les régions où les droites, même les plus rapprochées, présentent un écartement suffisant, par exemple entre les ordonnées 50 et 100. Soit le cas d'une canalisation de 30 mètres de long et d'une section de 182 mm² (droite n° 16 du diagramme, fig. 60). Si la longueur était triple, soit 90 mètres, la chute de tension serait aussi triple. Or pour $L = 90$, nous lisons sur la droite n° 16, à son intersection avec l'ordonnée menée par le point d'abscisse $L = 90$, une chute de tension de 0,0177.

Pour 30 mètres seulement de longueur, la chute serait trois fois moindre, soit

$$0,0059$$

résultat qu'on vérifie en faisant directement la lecture pour l'ordonnée $L = 30$ mètres.

Un procédé tout semblable permet de ramener à des lectures comprises entre 50 et 100 toutes les longueurs supérieures. Nous n'y insisterons pas.

Ces graphiques donnent la solution immédiate des problèmes suivants :

1° Une canalisation de 22 mm² a une longueur de 50 m. Quelle est l'intensité de courant maximum qu'on peut y faire passer si on veut que la chute de tension ne dépasse pas 1,5 volt?

Le diagramme (fig. 60, droite n° 9), montre que pour $L = 50$ mètres, la chute de tension est de 0,081 volt par ampère. On pourra donc faire passer

$$\frac{1,5}{0,081} = 18,5 \text{ amp.}$$

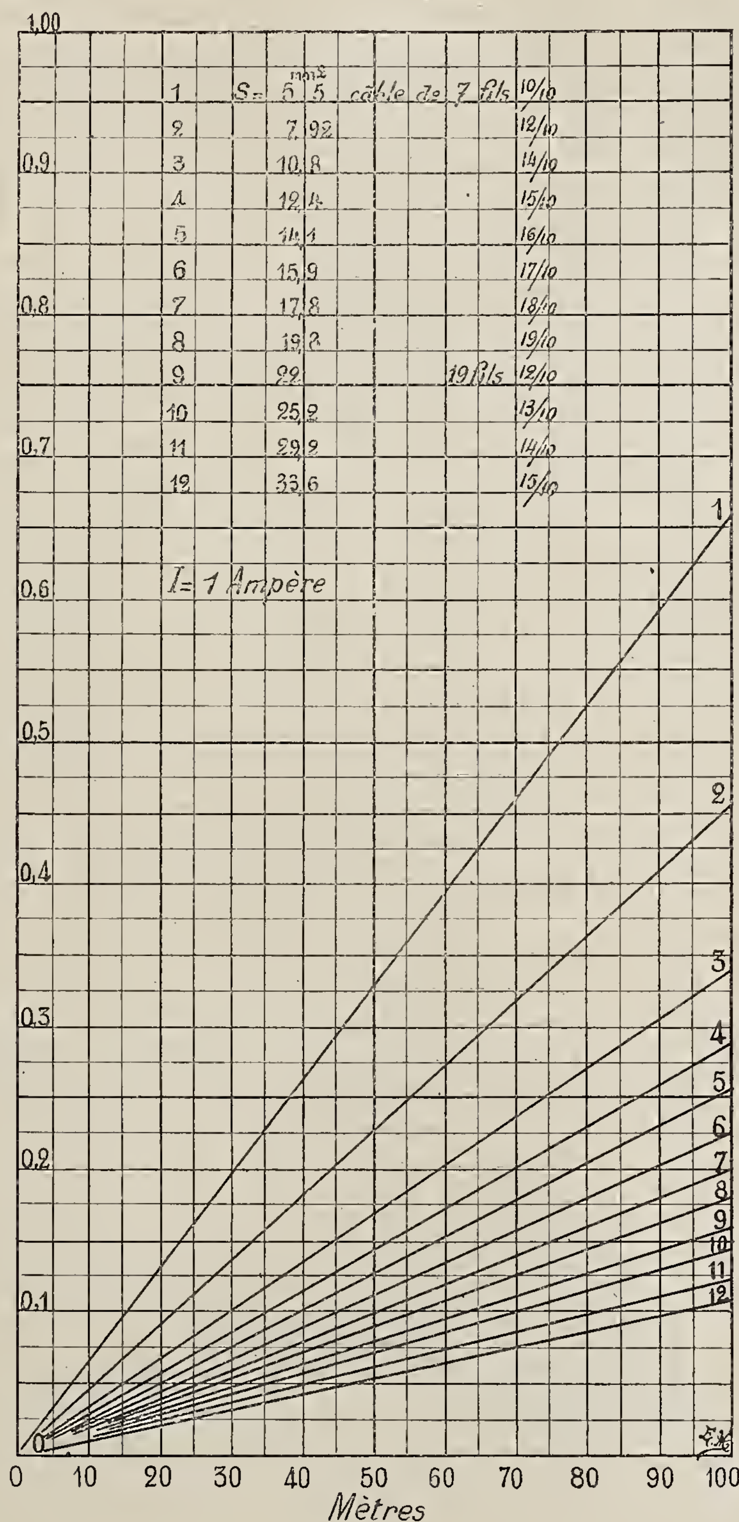



Fig. 59.

2° Quelle longueur maximum pourrait-on donner à une canalisation de 105 mm² pour 90 ampères, la chute de tension maximum étant de 3 volts?

La chute par ampère maximum doit être

$$\frac{3}{90} = 0,033.$$

La parallèle à l'axe des longueurs menée par le point de cote 0,033 coupe la droite n° 10 du diagramme (fig. 61) en un point dont l'abscisse est 96,50 m.

Telle serait la plus grande longueur qu'on pourrait donner à cette canalisation.

Si on devait aller à une distance plus grande, 150 m, par exemple, il faudrait se résigner à admettre une chute de tension ou une section proportionnellement plus grandes.

Dans cet exemple, pour que le diagramme limité à $L = 100$, donne la solution directe, il est nécessaire que la parallèle qu'on mène à l'axe des $L$ coupe la droite relative à la section envisagée. Or, on peut toujours, avec une règle, prolonger la droite du diagramme jusqu'à cette intersection.

Mais on peut aussi prendre un *sous-multiple* de la chute de tension fixée et prendre ensuite le *multiple correspondant* de la longueur trouvée.

Ainsi, dans le problème précédent, canalisation de 105 mm², si la chute de tension maximum est fixée à 9 volts, en en prenant le tiers on se serait trouvé ramené à la solution que nous avons trouvée et on aurait eu à multiplier par 3 la longueur trouvée, soit

$$96,5 \times 3 = 289,5 \text{ mètres.}$$

Tout cela ne présente aucune difficulté et n'est qu'une question d'un peu de pratique facile à acquérir. Comme la construction de ces diagrammes est en même temps fort simple, on trouvera sans doute, quelque commodité à les employer.

**Pertes d'énergie dans les canalisations.** — A ces chutes de tension, que nous venons d'apprendre à évaluer, correspondent des pertes d'énergie. Si, en effet, un récepteur ou un groupe de récepteurs, exigeant pour fonctionner un courant d'intensité $I$ et une différence de potentiel $U$, est relié à une dynamo génératrice par une canalisation de résistance $r$, cette canalisation provoque une chute de tension.

$$u = r\,I \qquad [20]$$

de sorte que la dynamo génératrice devra débiter un courant $I$ ampères sous une tension

$$U + u \text{ volts,}$$

c'est-à-dire qu'elle devra fournir une puissance

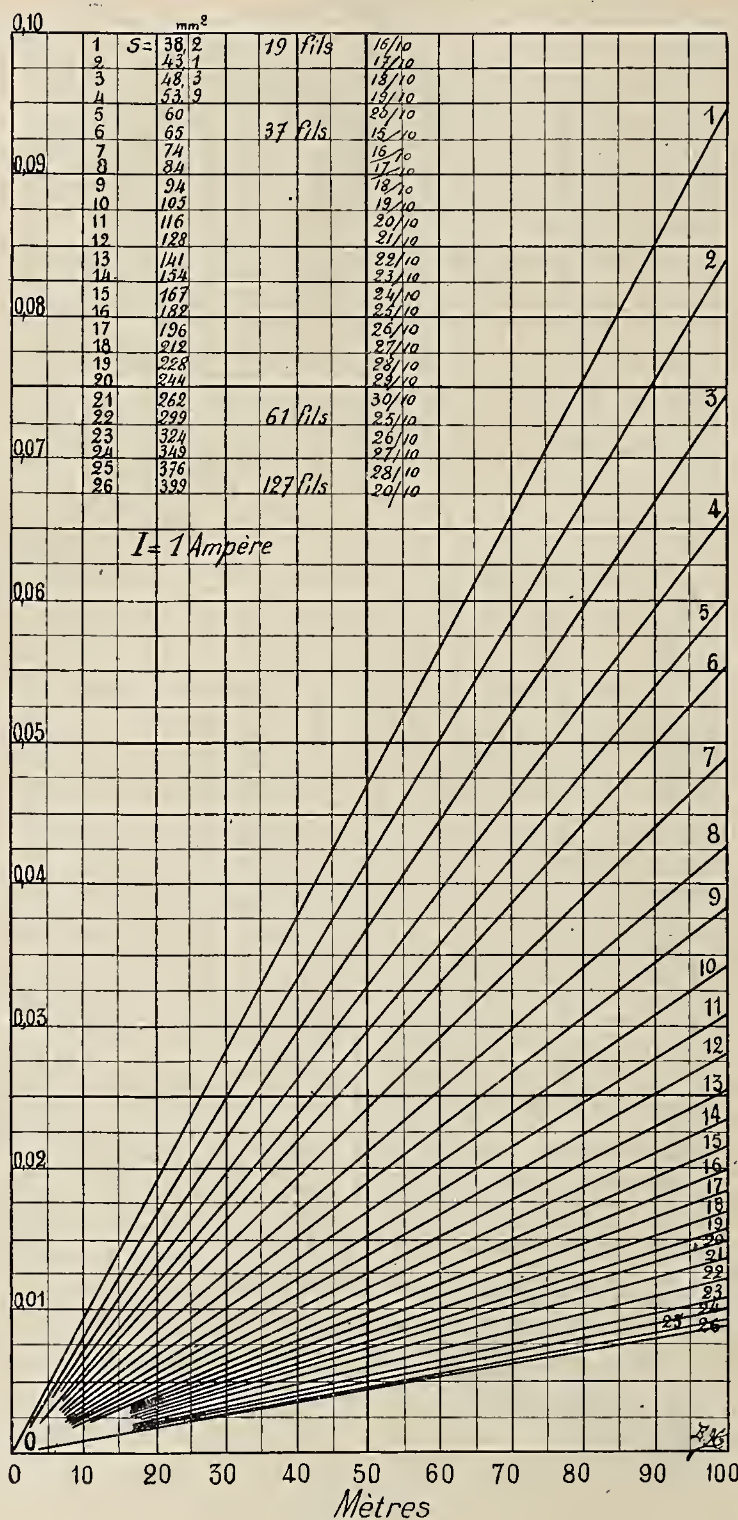



Fig. 60.

$$(U + u)\,I = U\,I + u\,I$$

L'excès de puissance $u\,I$ qu'elle doit fournir du fait de l'existence de la canalisation constitue la perte d'énergie en ligne, énergie dépensée en chaleur dans le cuivre des câbles et qui en élève la température.

Si on tient compte de la formule (20), la perte d'énergie dans la canalisation sera

$$w = r\,I^2 \text{ watts.}$$

En une heure de fonctionnement, par exemple au régime $I$, cette perte d'énergie sera de $w$ ou $r\,I^2$ watts-heure.

Quand on fait usage des diagrammes dont nous avons parlé, il suffit de multiplier par le courant $I$ les chutes de tension qu'ils indiquent pour obtenir la perte d'énergie correspondante.

**Application aux distributions à intensité constante.** — Le lecteur a pu remarquer que les divers procédés de calcul que nous avons exposés jusqu'ici concernent le cas d'une canalisation transportant un courant $I$ ou mieux une puissance $U\,I$ à une distance $L$.

Ceci s'applique aussi bien au cas d'une distribution en série qu'à celui où à l'extrémité de la ligne de longueur $L$ fonctionne un récepteur ou un groupe de récepteurs qui absorbent un courant global $I$.

Dans les deux cas, la canalisation doit être calculée pour un courant d'intensité $I$ par les méthodes que nous avons indiquées en détail. La différence est que, s'il s'agit d'une distribution en série, la différence de potentiel $U$ de la source se répartit le long de la canalisation dans les appa-

reils d'utilisation au prorata de leur puissance, tandis que, s'il s'agit du second type de distribution, il n'y a d'absorbé en ligne que la chute de tension ohmique. Il n'y a donc pas, à proprement parler, de différence entre ces deux cas de distribution. On pourrait même fort bien encore avoir affaire à une canalisation de longueur $L$ alimentant à son extrémité un groupe d'appareils, fonctionnant avec des tensions individuelles inférieures à la tension de la génératrice et *groupés en série*, par exemple un groupe d'arcs. Tout cela est équivalent au point de vue du calcul de la canalisation $L$.

Dans ce genre de distribution, on doit obtenir à l'arrivée une tension déterminée $U$, celle qui est nécessaire au fonctionnement des appareils d'utilisation, qu'ils soient en dérivation ou en série. De même si la ligne dessert en cours de route des appareils montés en série, c'est-à-dire parcourus par le même courant $I$, il faut amener à ces appareils une tension totale $U$ égale à la somme des tensions individuelles de chacun d'eux.

La dynamo génératrice doit fournir une différence de potentiel $U'$ supérieure à cette tension $U$ de la quantité $u$ représentant la chute de tension produite par le passage du courant $I$ dans la canalisation.

Il serait hors de notre sujet de décrire ici par quels artifices on parvient dans les distributions en série à maintenir l'intensité du courant constante. Mais il y a un autre point, qui intéresse le rendement de ce système de distribution, sur lequel nous désirons appeler l'attention. S'il arrive qu'un des appareils d'utilisation cesse de fonctionner, que ce soit voulu ou accidentel, le courant se trouve coupé sur la ligne et tous les appareils en série s'arrêtent. On pare à cet inconvénient en disposant les choses de telle façon que, lors de l'arrêt, volontaire ou non, d'un récepteur, soit un appareil de réserve, soit une résistance ohmique prenne automatiquement sa place dans la série. Si c'est une résistance ohmique, ce qui correspond au cas du récepteur arrêté parce que son service devient inutile, comme la résistance doit, pour que le régime du courant ne soit pas modifié, absorber la même tension et par suite la même puissance que le récepteur supprimé, c'est le rendement qui est atteint, et profondément. Pour qu'en pareil cas le rendement ne fût pas modifié, il faudrait que le récepteur supprimé fût simplement mis en court-circuit, ce qui n'interromprait pas le courant, et que la station génératrice pût modifier sa tension au départ en conséquence.

C'est en raison de ces considérations que ce système s'est peu développé.

Ch. VALLET.

(*A suivre.*)

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPLICATIONS DIVERSES

### L'électricité au restaurant.

On lit dans l'*Electrical Review* que M. Hilary Quertier, de Wellington (Nouvelle Zélande ), a inventé, à l'usage des hôtels et restaurants, un appareil électrique qui est manœuvré par le client lui-même et qui met directement ce dernier en communication avec la cuisine de l'établissement. Sur chaque table, se trouve un cadre en bois portant le menu et, en regard de chaque article de ce menu, on voit un bouton. Après avoir choisi son plat, le client abaisse le bouton correspondant; aussitôt le numéro de la table et la commande apparaissent sur un dispositif enregistreur dans la cuisine, en même temps qu'une sonnerie électrique attire l'attention du chef cuisinier ou de son aide. L'appareil installé dans la cuisine délivre automatiquement un ticket portant le numéro de la table du restaurant, la nature de la commande et le montant de la somme à percevoir. Un duplicata du ticket se trouve conservé sur une bande sans fin, ce qui permet un contrôle absolu. Lorsque le ticket, établi par le dispositif électrique imprimeur de la cuisine, tombe sur le plateau convenable, la commande peut être préparée et servie immédiatement par le garçon, avec la note à payer. Partout où on l'a essayé en Nouvelle Zélande, explique l'*Electrical Review*, l'appareil électrique de M. Quertier a rencontré un grand succès. — G.

### Appareil électrique à main pour le séchage des cheveux.

Cet appareil affecte sur les deux faces, comme le montre la figure 61, une forme identique, presque aplatie, qui résulte de la combinaison du moteur électrique et du ventilateur. La figure 61 donne une vue latérale, la figure 62 une vue antérieure de l'appareil en question, lequel est repré-

senté, entièrement démonté, figure 63. En A de la figure 63 on voit la moitié du boîtier dans laquelle sont logés les organes mécaniques, par exemple le moteur électrique et le ventilateur.



Fig. 61.



Fig. 62.

B est le couvercle de fermeture, vide, de la moitié A du boîtier, C représente le mécanisme électrique de chauffage inséré dans les douilles de contact qui se trouvent montées à l'intérieur des tubulures de sortie; D forme le revêtement du mécanisme de chauffage (tube d'échappement de l'air), lequel revêtement est muni d'une fermeture à baïonnette et repose au-dessus du mécanisme précité et sur les tubulures de sortie du boîtier. Par suite, tout l'appareil se trouve monté sans aucune vis, grâce seulement à la mise en place des organes extérieurs de son enveloppe, tels que poignée et tube d'échappement de l'air.

Avec un pareil dispositif, une personne, même inexpérimentée, peut, sans inconvénient et facilement, démonter l'appareil pour examiner et nettoyer ses diverses parties.

L'appareil en question ne pèse que 850 grammes. Il offre cet avantage que le tube d'échappement de l'air dans lequel se trouve disposé le mécanisme de chauffage ne s'échauffe pas, même après un fonctionnement ininterrompu d'une durée de plusieurs heures, car le passage libre réservé à l'air ne permet aucun rayonnement de la chaleur vers l'enveloppe dudit mécanisme de chauffage.

Un autre appareil, dit appareil de voyage, de même que le précédent, ne fonctionne pas seulement indifféremment avec du courant continu et du courant alternatif, mais encore peut s'employer sous des tensions différentes, telles que 110, 120, 150 et 200 volts, pour produire de l'air froid et de l'air chaud : il suffit, à cet effet, d'utiliser le mécanisme de chauffage se prêtant à la tension existante. Pour substituer un mécanisme de chauffage à l'autre, on enlève le tube d'échappement d'air et on introduit (ou on l'en retire) le mécanisme de chauffage, avec ses pointes de contact, dans les douilles de contact que logent les tubulures de sortie du boîtier (1). — G.

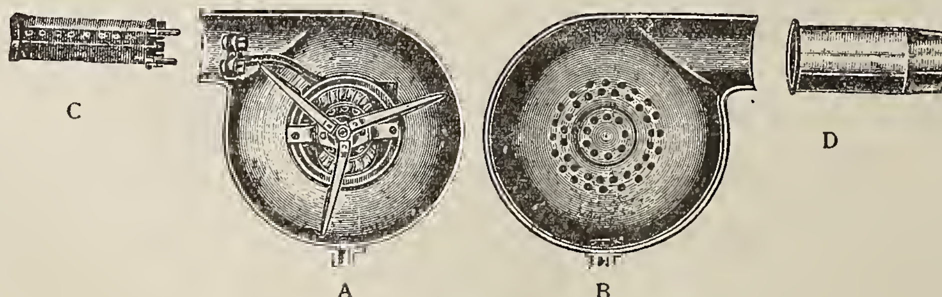



Fig. 63.

## L'électricité dans les travaux de construction.

New-York, dont le nombre d'habitants augmente annuellement de 125 000 âmes, fait actuellement construire des installations hydrauliques d'une importance considérable en vue d'assurer le ravitaillement de son énorme population, en amenant dans la cité les eaux prises au pied des Catskill Mountains; quatre cours d'eau seront captés dans ce but; ils pourront fournir 2 250 millions de litres d'eau journellement; l'un des bassins, fournissant à lui seul un débit de 1 125 millions de litres d'eau par jour, est achevé et l'on s'occupe de l'aqueduc qui doit le relier à la métropole; la capacité de ce réservoir est de 589 milliards de litres; l'aqueduc a 203 km de longueur; il passe par un réservoir intermédiaire, d'une capacité de 18 milliards de litres, ce qui suffit pour assurer l'alimentation de New-York pendant 75 jours; le barrage de retenue de ce réservoir est le plus grand du monde; il a exigé 750 000 m³ de maçonnerie. L'ensemble de ce projet est considéré comme l'entreprise la plus colossale qui ait été réalisée par le génie humain, après celle du canal de Panama.

L'électricité joue, dans l'exécution des travaux, confiée à une centaine de soumissionnaires, une importance capitale ; elle est employée, d'une façon générale, pour l'actionnement des compresseurs, des ventilateurs, des pompes, des élévateurs, des grues, des transporteurs à câbles, des perforatrices, des locomotives, des broyeurs, des trieurs, des mélangeurs, etc., ainsi que dans tous les ateliers, et son utilisation pour l'éclairage est régulière; les installations réalisées sont typiques; le succès qu'elles ont obtenu et les excellents résultats des appareils électriques sont un témoignage démonstratif de la valeur de l'outil-

(1) Constructeur : Cie française des perles Weissmann. 218, rue du faubourg Saint-Honoré, Paris.

lage électrique pour une application qui n'est pas suffisamment utilisée jusqu'ici dans nos pays. — H.-M.

### Nettoyage électrique des rues par le vide.

On lit dans les journaux allemands que l'on emploie actuellement, à Strasbourg, un appareil de nettoyage par le vide pour balayer les voies de tramways de cette ville. Le dispositif adopté a l'aspect d'une voiture-caisse; en outre du moteur ordinaire de traction, il a reçu un moteur électrique qui actionne l'appareil de nettoyage logé dans la voiture. Les ordures présentes sur la voie sont humectées d'eau, grattées et attirées dans la voiture close au moyen de l'appareil de succion. Avec l'appareil en question, un seul ouvrier nettoie parfaitement chaque jour 40 km de voies, accomplissant le travail de 17 hommes qui ne disposeraient que des moyens ordinaires. — G.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Le ventilateur électrique Plenum.

Le *Times Engineering Supplement* signale le ventilateur électrique *Plenum* qui, au dire du catalogue de la maison constructrice, la compagnie James Keith et Blackman de Londres, fournit 184 m³ d'air frais à l'heure, et cela sans courant d'air et sans bruit, en ne consommant que 24 watts. Là où la suppression de tout bruit n'est pas indispensable, la quantité d'air frais que l'on peut obtenir avec le même appareil atteint jusqu'à 539 m³, à la condition que l'on fasse tourner le moteur à une plus vive allure. La même entreprise construit des ventilateurs d'autres types qui peuvent donner jusqu'à 1665 m³ d'air par heure. On emploie un filtre ou une enveloppe absorbante pour libérer préalablement du brouillard ou d'autres matières délétères l'air traité; on peut même adjoindre au ventilateur un appareil ozoniseur. — G.

## FORCE MOTRICE

### Projet d'utilisation et de transport des forces hydrauliques du Haut-Rhône français.

Dans une communication faite à la Société des ingénieurs civils de France, M. Ourson rappelle qu'à sa sortie du lac Léman, le Rhône coule d'abord en territoire suisse, puis est limitrophe entre la France et la Suisse. Au point où ses deux rives sont françaises, il est à la cote 332 m. Il traverse ensuite la plaine de Collogny dans les alluvions fluvio-glaciaires, puis, par l'étroit défilé de l'Ecluse, franchit le chaînon anticlinal jurassien du Reculet-Vuache. Il rencontre les sables et argiles du Gault, et, à Bellegarde, s'engouffre à la Perte du Rhône, phénomène bien connu aujourd'hui. En aval de ce point et jusqu'à 4 km en aval de Génissiat, le lit est creusé dans les calcaires urgoniens et forme un canon aux parois escarpées, avec une largeur maximum de 50 m qui descend à moins de 2 m au défilé de Malpertuis. A Génissiat, la cote est de 262 m, soit une différence de 70 m avec le niveau à la frontière suisse, sur une longueur de 23 km environ.

Cette grande hauteur de chute disponible, jointe à l'importance du débit du fleuve, qui varie de 120 m³ par seconde en temps d'étiage à 1500 et même 1800 m³ en temps de crues, permettant de capter une quantité considérable d'énergie, a tout naturellement attiré l'attention des ingénieurs.

A l'heure actuelle, il n'existe qu'une seule usine, celle de la Société française des forces hydrauliques du Rhône, à Bellegarde, qui, en vertu d'une autorisation précaire et révocable datant de 1871, prélève un débit de 60 m³ et produit ainsi, avec une hauteur de chute moyenne de 13 m, une puissance de 6400 ch.

Plusieurs projets ont été étudiés pour tirer de l'énergie disponible dans le Haut-Rhône un meilleur parti, cette usine de Bellegarde n'en utilisant guère que 10 0/0. Un projet a été déposé par la Société de Bellegarde elle-même tendant à utiliser tout le débit du Rhône, au lieu des 60 m³ auxquels elle a droit actuellement, au moyen d'un barrage de 30 m de hauteur à élever en amont de la Perte, créant une retenue à la cote 310 m, et alimentant, outre l'usine existante, deux autres usines, l'une au pied du barrage, l'autre aux Essertoux. Le Syndicat français des forces hydro-électriques du Pont-de-Grésin et de la Boucle du Rhône a proposé la construction d'un barrage au Pont-de-Grésin en un point où le Rhône n'a que 2 m de large, ce qui donnerait une chute de 20 m environ et une puissance de quelque 40 000 ch. Enfin, la Société des forces hydrauliques de Malpertuis projette un barrage au Pas-de-Malpertuis, à quelques kilomètres en aval de Bellegarde, produisant une retenue dont le remous s'étendrait jusqu'au pied du barrage projeté de Bellegarde et donnant une puissance d'environ 40 000 ch. Tous ces projets n'utilisaient que partiellement l'énergie disponible sur le Haut-Rhône, et, faute d'emmagasinement des eaux, la puissance totale qu'ils peuvent fournir n'est que de 135 000 ch en eaux moyennes.

Tout autres sont les projets déposés par MM. Harlé, Blondel et Mähl. Ces auteurs ont, dès 1902, présenté au ministère des travaux publics un projet comportant un barrage au Pont-de-Grésin relevant les eaux à la cote 332 m et deux tunnels amenant les eaux dans une usine projetée à Monthoux, créant une chute de 60 m et utilisant ainsi toute la dénivellation com-

prise entre la frontière et ce point, mais ayant un débit limité par la section des tunnels. Aussi, en 1906, modifiant leur projet primitif, MM. Harlé, Blondel et Mähl reportent au lieu même d'utilisation l'emplacement du barrage, supprimant ainsi tout tunnel et utilisant à la fois tout le débit et toute la chute du fleuve, par conséquent recueillant au maximum toute la puissance disponible. De plus, le barrage ainsi placé crée à l'amont un grand lac de 23 km de longueur et de 380 ha de superficie, emmagasinant 50 millions de $m^3$ d'eau. Par le jeu de l'accumulation de l'eau dans le réservoir, on peut augmenter considérablement le débit utilisé par les turbines aux heures où la consommation de courant est plus grande, et économiser l'eau quand la demande est réduite. C'est ainsi qu'on peut doubler la puissance aux heures de pointes. La retenue sert d'ailleurs également à améliorer le débit dans les périodes d'étiage. M. de la Brosse a calculé que, pour l'année 1905, la plus mauvaise d'une période de 9 ans, on aurait pu, par un emprunt qui aurait fait baisser de 3,96 m le niveau de la retenue, avoir toujours un débit moyen de 120 $m^3$ alors que le débit du fleuve était descendu fréquemment au-dessous de ce chiffre et s'abaissa un jour jusqu'à 94 $m^3$ par seconde.

Par contre, les variations de débit ainsi créées nécessitent l'établissement d'un barrage compensateur à l'aval pour régulariser le cours du fleuve et annuler les effets de ce flot dont l'amplitude serait de 1,50 m à Seyssel et de 50 cm à la Mulatière. Ce barrage compensateur est prévu à Dorches.

Dans ces conditions, avec une hauteur de chute variant de 67 m à 69 m et en utilisant tout le débit du fleuve jusqu'à un maximum de 500 $m^3$ par seconde, on pourra, l'usine étant équipée pour 240 000 kw, produire 1274 millions de kw-heure par an.

Le barrage de Génissiat résout, en outre, d'un seul coup, la question de navigabilité du Haut-Rhône, puisqu'il remplace par un grand lac toute la région des gorges où toute navigation serait toujours impossible, et qu'il suffira d'un ascenseur à bateaux pour faire franchir la dénivellation du barrage.

Enfin, la question des fondations, qui est l'une des plus grosses difficultés dans l'édification d'un grand barrage sur le Rhône, dans ses gorges profondément encaissées, n'est à résoudre qu'une seule fois, avec le barrage unique de Génissiat. L'écoulement des crues, autre question particulièrement importante, ne soulève pas à Génissiat les difficultés très grandes qu'elle rencontrerait ailleurs si, ce qui est conforme à la prudence la plus élémentaire, on n'admet pas que la crête des barrages forme déversoir.

En regard de ce projet de MM. Harlé, Blondel et Mähl, la Société de Bellegarde, conjointement avec la Société des forces hydrauliques de Malpertuis, a présenté, en 1907, un projet comportant la division du Haut-Rhône en deux biefs au moyen de deux barrages, l'un à Bellegarde, l'autre à Malpertuis, le premier relevant les eaux à la cote 332 m, comme le projet de Génissiat, le second relevant les eaux à hauteur du canal de fuite de l'usine actuelle de Bellegarde. Mais cette solution à deux biefs est inférieure à celle comportant un bief unique, en particulier au point de vue de l'utilisation de la force et de la navigabilité du fleuve.

En présence des gros problèmes que soulevait le projet de barrage de Génissiat, notamment au point de vue géologique, et suivant le conseil qu'ils avaient demandé au directeur du service de la carte géologique de la France, à l'époque, M. Michel-Lévy, membre de l'Institut, les auteurs du projet et le Comité qui collabore avec eux, ont confié à M. Maurice Lugeon, professeur à l'Université de Lausanne, la mission d'étudier le cañon du Rhône. M. Lugeon, dont les études se sont poursuivies depuis plus de deux ans, a résumé, dans un rapport d'ensemble, les résultats de ses recherches.

A partir du défilé de la Perte, le Rhône s'écoule dans la grande dépression synclinale comprise entre l'anticlinal du Grand-Colombier et celui du Vuache, mais il n'occupe pas l'axe de ce pli synclinal, son lit est taillé dans le flanc occidental du pli. Les couches plongent légèrement vers l'Est, c'est-à-dire de la rive droite vers la rive gauche, et se relèvent pour former le flanc occidental d'un anticlinal qui partage en deux la dépression synclinale en question.

Le cañon est une vallée d'érosion; à une époque antérieure, le Rhône s'écoulait sur une surface dans laquelle le cañon n'était pas entaillé. Le travail d'érosion régressive est encore en pleine activité à la Perte du Rhône qui recule d'environ 70 m par siècle. Le fleuve ne suit nullement le tracé d'une cassure préexistante; il a lui-même creusé son lit. D'ailleurs, en divers points, notamment à Malpertuis, quelques failles ou diaclases coupent le cours du fleuve sans que celui-ci en soit détourné.

Le bassin de la retenue sera imperméable. Sur la rive droite se trouvent diverses sources qui seront simplement refoulées et quelque peu mises en charge. Sur la rive gauche, si l'eau s'échappait par quelque fissure, elle ne pourrait s'enfoncer dans le sol que sur une distance de 2,5 km, jusqu'à l'anticlinal du Gros-Faoug.

Deux sortes de sondages ont été faits pour étudier le terrain à l'emplacement du barrage projeté. Les premiers ont consisté dans l'enfoncement de rails battus à refus dans le lit, pour connaître la profondeur et la forme du profil rocheux. Ils ont révélé la présence d'une contre-

pente rocheuse (une plus grande profondeur ayant été trouvée à l'amont) et d'un lit mineur rocheux très profond; le fond rocheux se trouve à une profondeur d'environ 30 m au-dessous du niveau moyen des eaux. Ce chiffre n'excède pas la limite au-delà de laquelle le travail en caissons n'est plus possible. Les fondations sont donc parfaitement exécutables et le barrage sera construit à l'air libre dans la fouille mise à sec entre deux murs étanches fondés à l'air comprimé.

Quatre sondages au diamant ont été ensuite faits sur les rives, aux angles du barrage, avec les précautions les plus minutieuses, pour reconnaître la nature des couches immergées. Ils ont traversé des roches urgoniennes et hauteriviennes particulièrement compactes et aptes à recevoir le barrage, et ils ont donné des résultats remarquablement concordants au point de vue du plongement régulier des couches, montrant ainsi l'absence totale de failles ou de diaclases avec rejet dans le cañon du Rhône à l'emplacement considéré.

Les études précédentes ayant montré la possibilité de créer le lac de Génissiat, il fallait rechercher si les matériaux de transport apportés par le Rhône et surtout par l'Arve, n'allaient pas le combler trop rapidement. M. Lugeon a longuement étudié cette question de l'alluvionnement. La tranche d'eau supérieure est seule intéressante au point de vue de l'utilisation, puisque, dans des conditions tout particulièrement mauvaises, en empruntant à la retenue une quantité d'eau qu'on peut considérer comme un maximum, on n'aurait fait baisser le niveau du lac que de 4 m. On peut donc, sans inconvénients, laisser se combler les profondeurs, et de simples dragages, d'importance modérée au début, un peu plus importants dans l'avenir, doivent suffire à conserver indéfiniment l'existence du futur lac.

Considéré au début comme légèrement utopique, le projet de MM. Harlé, Blondel et Mähl a reçu sa première consécration officielle par la publication, le 9 juillet 1908, du rapport favorable de la Commission municipale de la houille blanche, nommée pour examiner la question, par le préfet de la Seine et présidée par le regretté Maurice Lévy. La demande en concession de M. Harlé fut alors soumise par le ministre des travaux publics au Conseil général des ponts et chaussées, au début de 1909. L'enquête d'utilité publique a eu lieu au cours de l'été 1910, et, par une dépêche du 5 septembre 1911, le ministre a fait connaître à M. Harlé qu'il était disposé à déposer le projet de loi déclaratif d'utilité publique.

A l'heure actuelle, une richesse nationale, équivalente à un bassin houiller égal à celui de Blanzy ou à la moitié de celui d'Anzin, est perdue pour tous. Le projet de MM. Harlé, Blondel et Mähl, tend à la mettre en valeur pour le plus grand bien de l'agglomération parisienne, des régions traversées par les lignes de transport devant joindre Génissiat à Paris, et du pays tout entier.

Cette œuvre grandiose accroîtra la renommée dans le monde du génie civil français. Elle mérite à ce titre d'avoir les suffrages de la Société des ingénieurs civils de France.

### Utilisation électrique de l'énergie hydraulique d'Islande.

Suivant l'*Electrical World*, une compagnie s'est récemment formée pour utiliser électriquement toute l'énergie hydraulique disponible en Islande, soit 250 000 ch. Une étude complète des chutes a été faite par les soins de deux ingénieurs norvégiens : MM. G. Heildal et T. Krable. La compagnie ci-dessus a, comme président, M. Sam Johnson, de Christiania. — G.

### L'énergie hydraulico-électrique aux Etats-Unis.

On lit dans le *Times Engineering Supplement* que, d'après un récent rapport officiel, sur les 30 millions de ch présentement employés aux Etats-Unis dans des entreprises industrielles et d'utilité publique, 6 millions de ch sont empruntés à des chutes d'eau. On pourrait tirer de l'énergie hydraulique encore disponible, grâce à des travaux d'aménagement convenables, plusieurs millions de ch en plus. L'utilisation électrique des chutes d'eau fait économiser sur le territoire des Etats-Unis, au bas mot, 33 millions de tonnes de charbon par an. Sur les 6 millions de ch présentement obtenus, 3 270 755 ch sont affectés à la vente. — G.

### Gazéification souterraine du charbon.

On lit dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que, entre les nombreux expédients qui ont été présentés lors de la grève des charbonnages anglais, celui de Sir William Ramsay a particulièrement retenu l'attention et doit être incessamment l'objet d'un essai pratique. Dans le projet en question, il ne sagit pas d'extraire le charbon de la mine et de l'amener à la surface, mais bien de l'utiliser à l'intérieur même du sol, pour fabriquer du gaz. Dans une mine affectée à cette fin, on doit creuser un puits d'environ 50 cm de diamètre jusqu'à la couche de houille et y insérer trois tubes concentriques. Le tube intérieur servira à l'aspiration de l'air qui fournira la quantité d'oxygène convenable pour la combustion et la production de la chaleur en des quantités suffisantes, de manière que la gazéification du charbon traité puisse être réalisée. Les gaz libérés monteront à la surface entre le tube intérieur et le tube central. De cette manière, on obtiendra du gaz de même

qualité que celui produit par des générateurs. Les premiers essais doivent être naturellement effectués sur un gisement de houille d'une valeur minière médiocre. Le gaz produit servira à actionner des moteurs à explosion installés dans le voisinage, lesquels mettront eux-mêmes en marche des machines dynamos; l'énergie électrique ainsi obtenue servira à alimenter une région étendue. On espère pouvoir ainsi réduire sensiblement les frais de production de l'énergie électrique. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Radiation solaire et radiotélégraphie.

Dans un article écrit pour l'*Electrical Review and Western Electrician*, M. Nicolas Tesla conteste que l'effet antagoniste sur les transmissions radiotélégraphiques, produit par la lumière solaire, soit attribuable à l'ionisation de l'atmosphère par les rayons du soleil. M. Tesla estime que la transmission a lieu par conduction au travers de la substance terrestre et non par radiation hertzienne; il attribue l'atténuation des signaux provoquée par la lumière à l'évaporation de l'eau sur la partie de la terre tournée vers le soleil; la vapeur produite emporterait une quantité plus ou moins grande des charges électriques imparties au sol. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### L'électricité en Corée.

L'*Electrical Review* rapporte que la maison japonaise Okura et Cie a obtenu une concession pour l'établissement dans la province du Ping Yang septentrional (Corée), d'une station centrale qui est spécialement destinée à fournir de l'énergie électrique aux mines de la région. La fourniture de l'outillage de la station en question, particulièrement celle des turbines et des conducteurs aériens, a été confiée à la société *Allgemeine Elektrizitæt* de Berlin. On se procurera facilement du charbon à assez bon compte dans les houillères de Penschiho qui appartiennent également à la maison japonaise précitée et qui se trouvent à proximité du chemin de fer Mukden-Antung. — G.

# Nouvelles

### Nouvelles installations en projet.

Ay (Marne). — La municipalité vient d'accepter les propositions qui lui ont été faites pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 7391 habitants, arrondissement de Reims.)

Bayonne (Basses-Pyrénées). — Le Conseil d'Etat vient d'approuver le traité de concession des tramways électriques urbains et suburbains. (Chef-lieu du département, 26 488 habitants.)

Beaucaire (Gard). — La municipalité vient de nommer une commission qui va étudier la proposition de concession d'une distribution d'énergie électrique présentée par l'Union des gaz. (Chef-lieu de canton de 8764 habitants, arrondissement de Nîmes.)

Bègles (Gironde). — La municipalité étudie les deux projets relatifs à l'installation du gaz et de l'électricité. (Commune de 12 588 habitants du 6e canton de Bordeaux.)

Blagny (Ardennes). — La Société des forges de Blagny propose à la commune de lui accorder la concession d'une distribution d'énergie électrique pendant 25 ans. (Commune de 540 habitants du canton de Carignan, arrondissement de Sedan.)

Boiscommun (Loiret). — Le projet de concession d'une distribution d'énergie électrique vient d'être mis à l'enquête. (Commune de 975 habitants du canton de Beaune-la-Rolande, arrondissement de Pithiviers.)

Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne). — Il est question de concéder à l'usine à gaz la distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 4021 habitants de l'arrondissement de Langres.)

Bousbecques (Nord). — La convention accordant à l'énergie électrique du Nord le monopole de la distribution d'énergie électrique vient d'être signée par le Maire. (Commune de 3274 habitants du canton de Tourcoing, arrondissement de Lille.)

Brionne. (Eure). — La station génératrice de la Rivière-Thibouville alimentera prochainement cette localité. (Chef-lieu de canton de 3351 habitants de l'arrondissement de Bernay.)

Buxy (Saône-et-Loire). — Le Conseil municipal a mis à l'étude le projet d'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 1871 habitants de l'arrondissement de Chalon-sur-Saône.)

Chalons-sur-Marne (Marne). — La municipalité a mis à l'étude le projet de concession de distribution d'énergie électrique présenté par la Société des usines à gaz du Nord et de l'Est. (Chef-lieu du département, 27 808 habitants.)

Chauvancy-le-Chateau (Meuse). — La concession d'une distribution d'énergie électrique vient d'être accordée à M. Léonard. Les tarifs ont été fixés à 0 60 fr. le kilowatt et à 0 30 fr. pour la force

motrice. (Commune de 484 habitants du canton et de l'arrondissement de Montmédy.)

Clavy-Warby (Ardennes). — M. Subtil-Jouet a le projet d'établir une distribution d'énergie électrique dans cette localité. (Commune de 463 habitants du canton de Signy l'Abbaye, arrondissement de Mézières.)

Coutras (Gironde). — Le cahier des charges d'une concession de distribution d'énergie électrique vient d'être approuvé. (Chef-lieu de canton de 4406 habitants de l'arrondissement de Libourne.)

Cusset (Allier). — La maison Hersent, adjudicataire des tramways de Vichy-Cusset, se propose de substituer la traction électrique à la traction par l'air comprimé. (Chef-lieu de canton de 6719 habitants de l'arrondissement de Lapalisse.)

Cuts (Oise). — Le Conseil municipal a décidé de faire installer l'éclairage électrique public et a voté les fonds nécessaires. (Commune de 763 habitants du canton de Noyon, arrondissement de Compiègne.)

Epernay (Marne). — Le Conseil municipal a chargé une commission d'étudier la demande de concession d'énergie électrique présentée par la Société des usines à gaz du Nord et de l'Est. (Chef-lieu d'arrondissement de 21 637 habitants.)

Galan (Hautes-Pyrénées). — On étudie le projet d'une installation de distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 958 habitants de l'arrondissement de Tarbes )

Gray (Haute-Savoie). — Une usine génératrice va être installée pour la distribution d'énergie électrique ; M. Sauvegrain, industriel à Roanne et à Beaume-lès-Dames, est concessionnaire. (Chef-lieu d'arrondissement de 6679 habitants.)

Lens (Pas-de-Calais). — La municipalité a pris en considération la demande faite par la Compagnie électrique du Nord pour une distribution électrique de force motrice. (Chef-lieu de canton de 27 744 habitants de l'arrondissement de Béthune.)

Lescar (Basses-Pyrénées). — Le Conseil municipal a accepté, en principe, d'accorder la concession de l'éclairage électrique à la Société électrique des Basses-Pyrénées. (Chef-lieu de canton de 1522 habitants de l'arrondissement de Pau.)

Linselles (Nord). — Le Conseil municipal a autorisé le maire à signer le cahier des charges d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 4841 habitants du canton de Tourcoing, arrondissement de Lille.)

Lons-le-Saulnier (Jura). — Le Conseil général vient d'adopter le projet de construction des tramways de Lons-le-Saulnier à Saint-Julien et à Pierre en Bresse.

Lorette (Loire). — La concession demandée par la Société Force et Lumière vient d'être mise à l'enquête. (Commune de 4505 habitants du canton de Rive-de-Gier, arrondissement de Saint-Etienne.)

Mers el Kebir (Algérie). — La Société des exploitations électriques a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 3017 habitants du canton et de l'arrondissement d'Oran.)

Messeix (Puy-de-Dôme). — L'éclairage électrique du bourg de Messeix va être assuré par M. Pelissière, propriétaire à la gare de Bourg-Lastic-Messeix. (Commune de 2148 habitants du canton de Bourg-Lastic, arrondissement de Clermont-Ferrand.)

Montpellier (Hérault). — Le maire vient d'être autorisé à traiter avec la Compagnie d'électricité pour l'éclairage de Telleneuve, actuellement assuré par la Compagnie des tramways.

Robiac (Gard). — La municipalité a été autorisée à traiter avec la Société d'éclairage électrique pour l'installation de l'éclairage électrique municipal. (Commune de 3399 habitants du canton de Bessèges, arrondissement d'Alais.)

Rocroi (Ardennes). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable au projet d'éclairage électrique présenté par la Société les *Ardennes électriques*. (Chef-lieu d'arrondissement de 2116 habitants.)

Ruelle-sur-Touvre (Charente). — Le projet de concession présenté par la Compagnie électrique du Sud-Ouest est à l'étude de la municipalité. (Commune de 4071 habitants du 2e canton d'Angoulême.)

Saint-André (Alpes-Maritimes). — Le Conseil municipal a mis à l'étude le projet d'installation d'éclairage électrique déposé par M. Georges Verny. (Commune de 795 habitants du canton Ouest de Nice.)

Saint-Barthélemy de Vals (Drôme). — La municipalité a voté les crédits nécessaires pour l'installation de l'éclairage électrique municipal. (Commune de 1372 habitants du canton de Saint-Vallier, arrondissement de Valence.)

Saint-Forgeux (Rhône). — La concession de l'éclairage électrique vient d'être accordée à la Société d'éclairage électrique de Tarare. (Commune de 1740 habitants du canton de Tarare, arrondissement de Villefranche-sur-Saône.)

Saint-Romain-le-Puy (Loire). — Les travaux d'installation d'une distribution d'énergie électrique vont être commencés sous peu. (Commune de 2105 habitants du canton de Saint-Rambert-sur-Loire, arrondissement de Montbrison.)

Saint-Savin sur Gartempe (Vienne). — Le Conseil municipal a nommé une commission pour étudier le projet d'éclairage électrique présenté par M. Mahieu. (Chef-lieu de canton de 1610 habitants de l'arrondissement de Montmorillon.)

Saint-Vallier (Saône-et-Loire). — La municipalité vient de donner un avis favorable au rojet

de concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 6860 habitants du canton de Montceau-les-Mines, arrondissement de Châlon-sur-Saône.)

Sisteron (Basses-Alpes). — La Société l'Energie électrique du littoral méditerranéen a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 3702 habitants.)

Tracy-le-Mont (Oise). — La municipalité étudie les propositions qui lui ont été faites par deux Sociétés pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 1882 habitants du canton d'Attichy, arrond. de Compiègne.)

Villebrumier (Tarn-et-Garonne). — L'éclairage électrique de cette localité va être installé par la Société d'électricité de Labastide Saint-Pierre. (Chef-lieu de canton de 618 habitants, de l'arrondissement de Montauban.)

Vincey (Vosges). — La Compagnie lorraine d'électricité va construire une usine génératrice qui alimentera Nancy et les autres localités desservies par son réseau en courants triphasés à 60 000 volts. L'usine de Nancy sera conservée comme secours. (Commune de 1517 habitants du canton de Charmes, arrondissement de Mirecourt.)

Viriville (Isère). — L'installation de l'éclairage électrique est actuellement à l'étude. (Commune de 1360 habitants du canton de Roybon, arrondissement de Saint-Marcellin.)

Vitry-aux-Loges (Loiret). — La Société électrique Lefèvre a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique dans cette localité. (Commune de 1439 habitants du canton de Chateauneuf-sur-Loire, arrondissement d'Orléans.)

# Correspondance.

Saint-Pétersbourg, le 6/19 juillet 1912.

*A Monsieur le Rédacteur du journal « l'Electricien ».*

Monsieur,

Dans votre estimé journal du 30/3 1912, M. Jégou décrit une méthode de syntonisation des stations radiotélégraphiques au moyen de la résonance secondaire dans les appareils récepteurs.

Il serait juste d'observer qu'il y a un an et demi environ que j'ai proposé cette méthode de la syntonisation du ton de station d'émission, et que je l'étudiais dans le laboratoire de la Société russe de la télégraphie sans fil (ci-devant Société Eisenstein), d'après la proposition de M. le directeur Eisenstein. Les résultats étaient satisfaisants, et je continuais les expériences dans la plus grande station russe. Je suis parvenu à séparer les signaux des stations qui travaillaient avec les mêmes longueurs d'onde, mais avec les tons différents, ainsi que ceux qui étaient envoyés par les stations travaillant avec les longueurs d'onde égales et les mêmes tons, vu que le circuit secondaire de basse fréquence était syntonisé par le choix convenable de la self et de la capacité avec l'un des harmoniques d'une station tonale. D'une manière analogique, il était facile de séparer les signaux intenses de deux stations à l'onde égale, dont l'une était munie d'un éclateur ordinaire, et l'autre envoyait les signaux tonals. Il était à peine possible de recevoir des dépêches de la première station à cause de l'intensité très grande de la station tonale sans intercaler le circuit à basse fréquence, grâce à l'impédance considérable du circuit hors de la position correspondante à la résonance. On pouvait faire disparaître les sons forts, et, au contraire, au moyen d'effet de résonance, on est parvenu à entendre clairement les sons et à diminuer l'influence du dérangement par l'autre station à décharge et par les courants parasites atmosphériques.

Les sons entendus dans le téléphone du circuit à basse fréquence syntonisé étaient très purs, et c'est pourquoi ce circuit, nommé dans le laboratoire « filtre du ton », est utilisé pour les buts mesurés quand on a besoin de courant absolument sinusoïdal. La même disposition peut être aussi appliquée comme analysateur du ton, parce qu'elle décompose les courants à courbes compliquées.

Enfin, on pourrait s'en servir pour mesurer le degré de la hauteur ou le nombre de vibrations d'un ton, cette méthode de quantité d'étincelle d'une station tonale étant très commode et évite l'emploi du diapason qui exige l'oreille musicale.

Dans la station de transmission, on n'a qu'à placer le circuit à une distance convenable du transmetteur pour mesurer la fréquence du ton. Dans la station réceptrice, on l'intercale dans l'appareil de réception à l'aide d'un transformateur ou directement, et on trouve la position de résonance en changeant la valeur de self-induction ou de la capacité préalablement étalonnées.

Sur les résultats de ces essais, j'ai présenté une note au Congrès Mendeleef à Saint-Pétersbourg, dans sa séance du 28 décembre 1911 avec une démonstration correspondante.

Raphaël Ivovitch,
Ancien élève de l'Institut électrotechnique Montefiore de Liège.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

*Le Gérant :* L. De Soye.

# L'électrification de la Banlieue de l'Ouest-Etat.

L'Ouest-Etat a essayé le 12 courant une nouvelle voiture automotrice (fig. 64) sur la ligne de Paris-Invalides à Versailles. Cet essai marque une date dans l'histoire de la banlieue, car il inaugure la mise en exploitation du nouveau système qui, en substituant la traction électrique aux locomotives, rendra les convois plus légers, moins longs, plus faciles à souder les uns aux autres aux heures d'affluence. En évitant les retournements de locomotives, la traction électrique facilitera le dégagement de la gare Saint-Lazare et supprimera les retards dont le public se plaignait à juste titre.




Fig. 64. — Voiture automotrice de l'Ouest-État.

La nouvelle voiture automotrice électrique des chemins de fer de l'Etat est présentement destinée à renforcer le matériel roulant actuel de la ligne électrique des Invalides à Versailles R. G. Elle va permettre d'étudier l'application pratique du nouveau système d'exploitation par zone que l'Administration des chemins de fer de l'Etat compte appliquer au service de la banlieue de Paris.

Cette voiture, à 4 essieux et 2 bogies, dont la disposition générale dérive de celle du matériel roulant du métropolitain et du Nord-Sud, est entièrement métallique, de façon à éviter toute chance d'incendie.

Ses dimensions sont, toutefois, beaucoup plus importantes que celles des voitures du métropolitain. La figure 65 montre l'intérieur de cette voiture.

Sa grande longueur (22,400 m) a permis d'y

loger les éléments d'un train complet, c'est-à-dire fourgon, 1re et 2e classes. Cela permettra, aux heures mortes, de ne mettre en circulation qu'une seule voiture par train.

Son organisation électrique, qui comporte deux moteurs de 250 ch chacun (fig. 66), lui permet d'atteindre la vitesse de 80 km en palier et de 55 à 60 km à l'heure sur la rampe de 10 mm de Versailles.

Elle est munie du système de commande dit à unités motrices multiples, avec poste de manœuvre à l'avant et à l'arrière, de sorte que de l'un quelconque des postes on peut régler la marche de l'ensemble d'un train dont la composition peut atteindre 6 et même 8 voitures.

Elle est éclairée et chauffée à l'électricité.

Enfin l'attelage ordinaire à tampons est remplacé par l'attelage central automatique.

Les dimensions principales de ce type de voitures sont :

Longueur de la caisse : 22,400 m.
Ecartement des essieux : 18,800 m.
Empattement des bogies : 2,800 m.
Diamètre des roues : 0,900 m.
Nombre de places assises, sans strapontins : 64.
Avec strapontins : 100.

Les essais étaient dirigés par MM. Claveille, directeur, et Le Grain, sous-directeur, accompagnés de MM. Nadal et Dubois, ingénieurs en chef du matériel. Le service électrique était représenté par M. Mazen, ingénieur en chef du service, assisté de M. Tainturier, son adjoint, de M. Soubrier, inspecteur principal du service électrique, et de leurs principaux collaborateurs, MM. Hyves, Scelle, Bouscot, Quignard.

Le programme consistait à effectuer le trajet des Invalides à Versailles et retour, aux diverses allures que comporte l'équipement électrique de la voiture. Disons tout de suite que le trajet s'accomplit à l'entière satisfaction du Directeur et des personnes présentes, et que chacun fut frappé de l'extrême stabilité, de la douceur au roulement et du confort de la nouvelle voiture. La conduite ne présente aucune difficulté : elle est

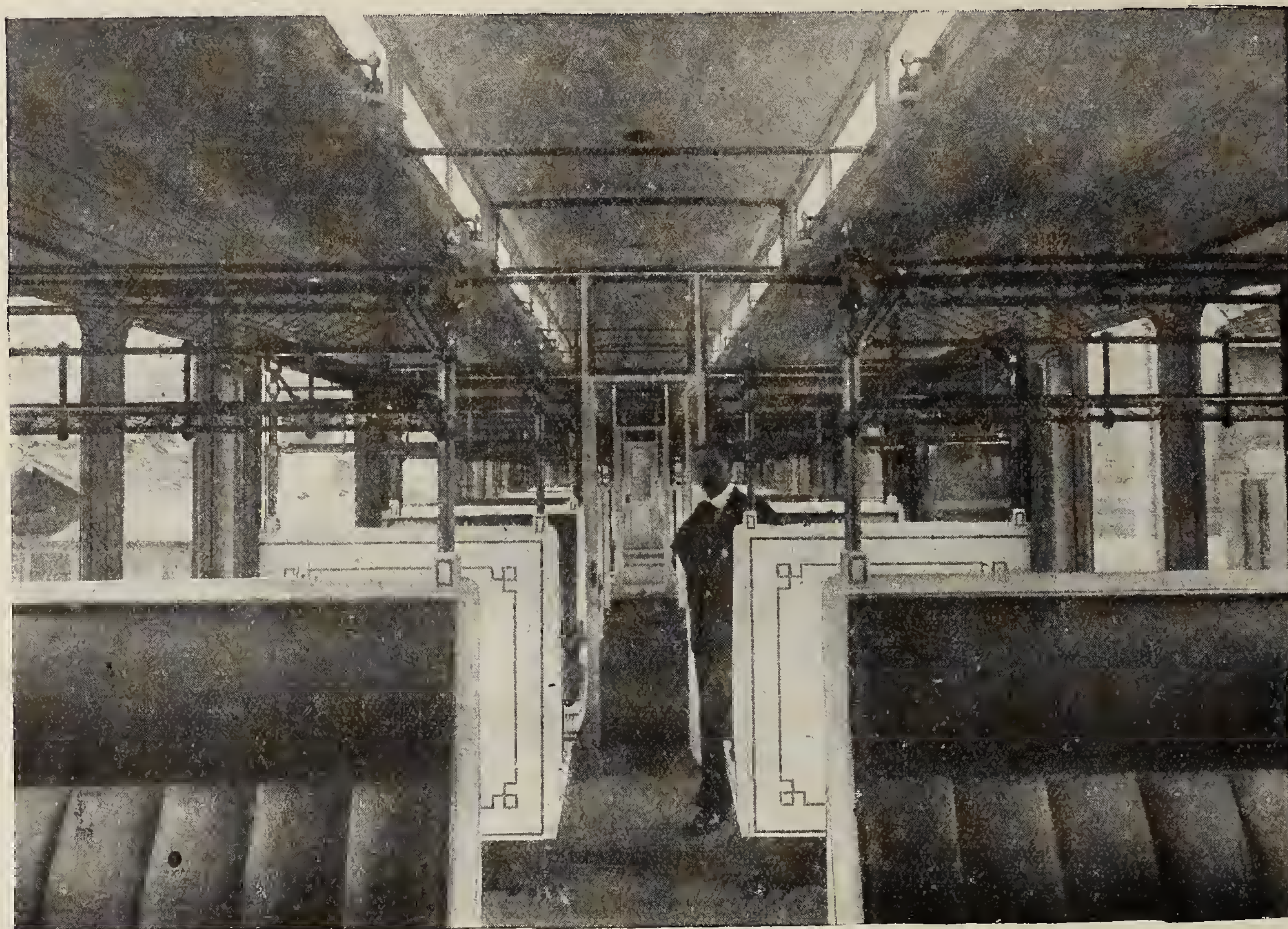


Fig. 65. — Intérieur de la voiture automotrice de l'Ouest-Etat.

simple et souple, et vraiment on a la sensation que le réseau de l'Etat a réalisé la traction électrique absolument parfaite.

Grâce à l'obligeance de M. Soubrier, inspecteur principal des chemins de fer de l'État, nous tiendrons nos lecteurs au courant de l'électrification de la banlieue de l'Ouest-Etat, au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Disons seulement que 18 nouvelles voitures sont en construction et circuleront vers le mois de novembre, que 100 autres sont commandées, et qu'une adjudication a été ouverte au *Journal officiel* le 11 courant pour la fourniture totale de courant à la banlieue électrifiée.

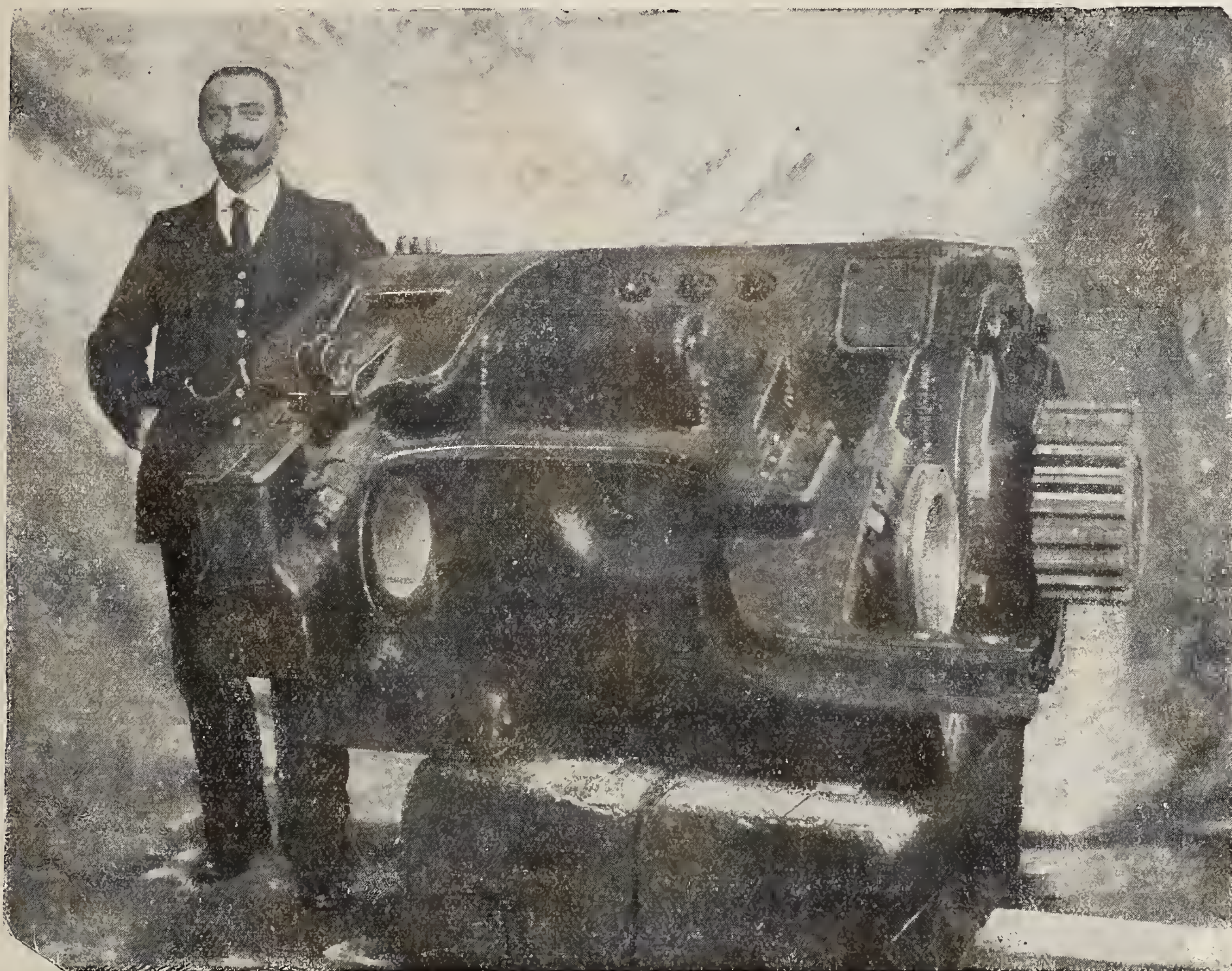


Fig. 66. — Moteur de traction des voitures automotrices de l'Ouest-État.

# Les compteurs Stia.

Les compteurs Stia sont des instruments d'un prix modique, n'exigeant que peu d'entretien et fonctionnant bien aux faibles charges, qualités qui présentent des avantages, notamment pour les petites installations d'éclairage.

Nous avons eu déjà l'occasion de décrire le premier modèle de ce compteur (1) qui ne s'use pas, ne se détériore pas en service normal et

(1) Voir l'*Electricien*, 1910, tome XXXIX, page 75.

dont l'exactitude des indications qu'il fournit est indépendante de la quantité de courant qui le traverse, de sa durée de fonctionnement et de toute autre influence.

Dans ce compteur électrolytique, l'action du

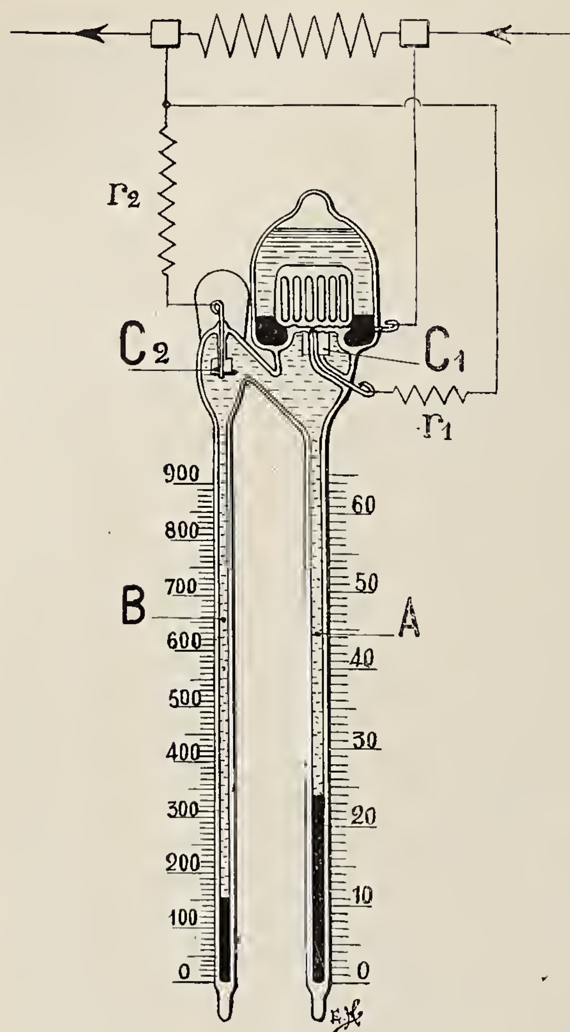



Fig. 67.

courant a pour effet de déposer du mercure, dont les gouttelettes tombent dans un tube, en regard duquel se trouve une échelle qui permet de lire la hauteur de la colonne de mercure. Lorsque ce tube se trouve rempli jusqu'à la limite de l'échelle, le compteur cesse de fonctionner et il suffit alors, pour le mettre de nouveau en fonctionnement, de renverser le compteur pour que le mercure du tube se rende dans un réservoir, puis, cela fait, de le remettre dans la position normale.

On avait supposé que l'échelle limitée de ces instruments pourrait amener certaines difficultés dans la pratique, parce que, chaque fois que l'on est obligé de renverser le compteur, toute trace des indications disparaît. Cette difficulté ne s'est jamais présentée jusqu'à présent, parce que son échelle suffit à la consommation d'une année. Du reste, lorsqu'il est nécessaire de renverser le compteur, il n'y a qu'à effectuer cette opération en présence de l'intéressé pour qu'il puisse constater la consommation indiquée.

Certains modèles de ce compteur étaient munis d'une échelle indiquant, non la quantité d'énergie, mais bien le coût de cette énergie. Cette échelle était plus grande et la lecture se faisait chaque mois ; aussitôt après le compteur était remis au zéro par basculage. Ce procédé évite tout calcul, mais il présente des inconvénients en cas de désaccord avec le consommateur, puisque les indications disparaissaient chaque mois.

**Compteur ordinaire.** — Le nouveau modèle de compteur Stia (fig. 67) réunit les avantages de ces deux modes de procéder.

Un récipient en verre, situé à la partie supérieure du compteur, est muni d'une gorge contenant du mercure; cette gorge est fermée, du côté de l'intérieur, par un anneau constitué par de petites tiges de verre. Par capillarité, le mercure monte entre ces tiges et ne peut s'écouler par le bas. Au-dessous de cet anneau, se trouvent deux cathodes $C_1$ et $C_2$. Le récipient est rempli d'une dissolution d'iodure de potassium et de mercure. Le courant pénètre dans le mercure par l'anode, traverse l'électrolyte et sort par les cathodes $C_1$ et $C_2$. Ces deux cathodes sont reliées à la même extrémité du shunt, mais par l'intermédiaire de résistances différentes $r_1$ et $r_2$, dont les valeurs sont choisies pour que, en un temps donné, il tombe dans le tube A beaucoup plus de mercure que dans le tube B. Le tube A a une échelle qui indique, soit en prix, soit en consommation, l'énergie dépensée en kw-heure, tandis que, dans le tube B, chaque intervalle entre deux traits correspond à 10 kw-heure.

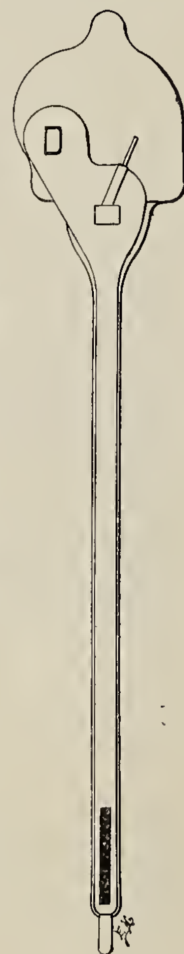


Fig. 68.

L'action électrolytique du courant dépose du mercure sur les cathodes dont les gouttelettes tombent dans les tubes correspondants. Le quantité de mercure qui se dépose sur les cathodes est proportionnelle à la quantité d'énergie passant dans le compteur, si bien que les hauteurs de mercure, dans les tubes, en donnent la mesure.

La quantité de mercure qui se dissout à l'anode est égale à celle qui se dépose sur les cathodes.

La circulation de l'électrolyte fait que l'on évite des différences appréciables de sa concentration dans le voisinage de l'anode et des cathodes.

Quand on renverse le compteur pour le remettre à zéro, le tube A se vide dans l'anode et le tube B dans une poche latérale D (fig. 68) et lorsqu'on remet le compteur en position de fonctionnement, le mercure de D retombe dans le tube B, de sorte que l'indication précédente subsiste. Le tube B n'a besoin d'être vidé qu'au bout de plusieurs années; pour cela, on dévisse le compteur et on l'incline sur le côté.

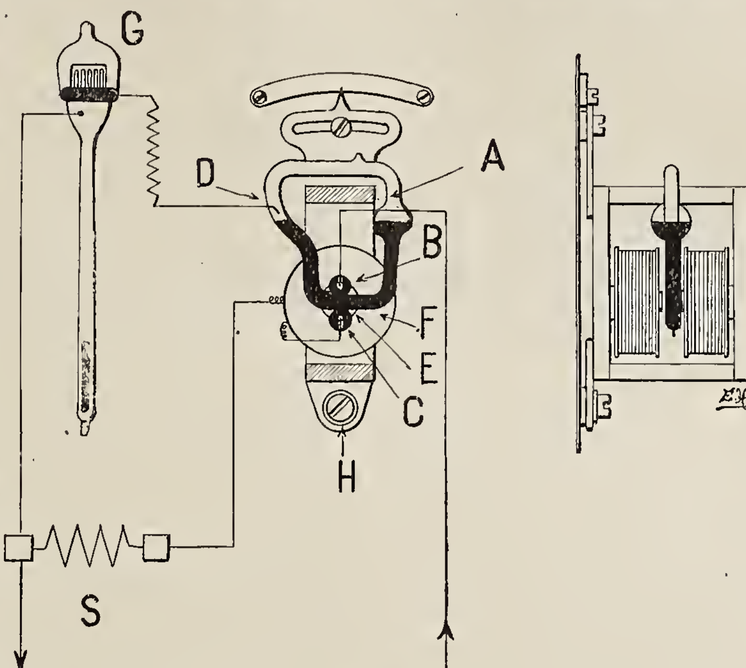



Fig. 69.

**Compteur à dépassement.** — Dans certains secteurs on a adopté un tarif pour la fourniture du courant à forfait pour une intensité ne dépassant pas une limite donnée, l'excédent étant payé à un prix convenu par kilowatt-heure.

Le compteur, dans ce cas, ne commence à enregistrer qu'au-dessus d'une certaine intensité qui est d'ailleurs réglable.

Dans le compteur à dépassement Stia (fig. 69), le courant principal passe par un contact en platine B, soudé dans le verre, traverse le tube A et le quitte en C. Le tube est partiellement rempli de mercure. Le courant traverse aussi les bobines d'un électro-aimant F et produit en E un champ magnétique puissant. Comme l'a démontré M. Lippmann, le mercure, dans ces conditions, prend une direction perpendiculaire au champ magnétique et au courant. Il monte, par conséquent, dans la partie gauche de A et baisse dans la partie de droite, si le sens des courants est partout convenable. Lorsque le courant dépasse une certaine intensité, le mercure vient toucher le contact D et met en circuit le compteur G avec son shunt S. Le réglage de l'intensité-limite s'effectue en inclinant plus ou moins tout l'instrument autour de son axe H.

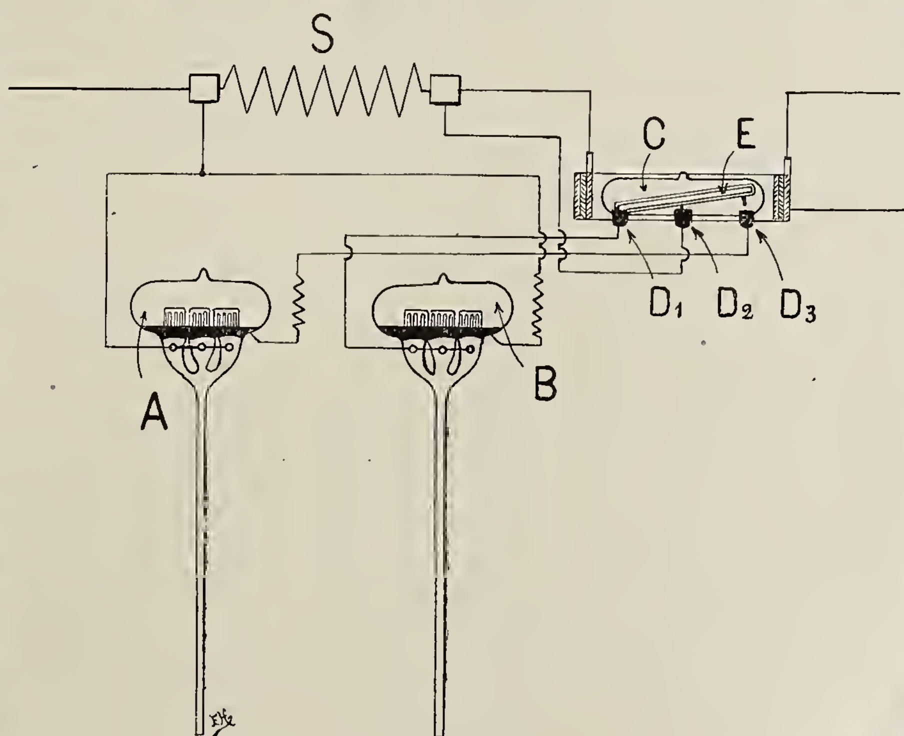



Fig. 70.

**Compteur pour batterie tampon.** — Dans ce type de compteur, les deux dispositifs électrolytiques A et B sont reliés en permanence avec l'une des extrémités du shunt S et avec l'autre extrémité par l'intermédiaire du relais polarisé C, de sorte que chaque compteur élémentaire n'enregistre que pour une seule direction du courant.

Le relais est constitué par un tube de verre C comportant trois godets à mercure $D_1$, $D_2$, $D_3$ et des contacts en platine. A l'intérieur du tube C se trouve un autre tube E mobile autour de son axe et contenant un barreau d'acier fortement aimanté ainsi qu'un fil de cuivre reliant entre eux les trois contacts en platine soudés dans le verre. Le contact de platine du milieu plonge constamment dans le godet $D_2$ et selon la position que prend le barreau d'acier d'après le sens des courants passant dans la bobine en série

dont il constitue l'armature, c'est l'un ou l'autre des contacts extrêmes qui plonge dans le godet qui lui est affecté, fermant ainsi le circuit en $D_1$ ou $D_3$ et faisant par suite fonctionner l'un ou l'autre des compteurs élémentaires affectés l'un à la charge, l'autre à la décharge de la batterie.

Le relais est hermétiquement clos et rempli d'hydrogène; dans ces conditions, le mercure reste propre et la résistance des contacts est très faible (1).

DE KERMOND.

# Appareil permettant l'essai en place des bobines d'inducteur des machines électriques.

L'essai direct des bobines d'inducteur d'un moteur électrique sur le moteur même présente habituellement de grandes difficultés; quant à l'épreuve dans le laboratoire, elle est ordinairement limitée à la détermination de la variation de résistance de l'enroulement, de sorte qu'elle n'a qu'une signification assez contestable.

Or, la vérification méthodique des bobines d'inducteur a une très grande utilité au point de vue de l'économie du service.

La présence de bobines défectueuses dans un moteur peut déterminer une chute de rendement de 50 à 60 0/0, et des mesures précises ont fait voir que, si l'intensité magnétique diminue, ne fût-ce que de 20 0/0, le moteur ne fonctionne plus que d'une façon tout à fait défectueuse au point de vue économique.

En outre, la résistance diminue, de sorte que l'appareil absorbe un courant exagéré, comparativement à celui qu'il demanderait si le système était en bon état.

Il en résulte que de fortes étincelles se produisent aux balais; l'induit et le collecteur se trouvent menacés; souvent, ces organes subissent des détériorations très préjudiciables et très coûteuses, qui sont fréquemment la cause d'irrégularités prolongées dans le service; les fusibles sautent, etc.

Sur les voitures automotrices électriques, où l'on applique le procédé de freinage électrique, la sûreté du freinage est grandement compromise par la présence de bobines défectueuses, ce qui diminue considérablement la sécurité d'exploitation.

A tous égards, on doit, par conséquent, recommander de soumettre périodiquement à des essais les bobines d'inducteur, afin d'éviter, autant que possible, les frais de réparation et les interruptions de service qui peuvent être la conséquence d'un défaut.

La nécessité d'une méthode d'essai pratique se faisait donc sentir; pour y répondre, des constructeurs ont été amenés à rechercher un instrument qui permît d'expérimenter les bobines d'excitation d'un moteur achevé dans leur position définitive, et sans qu'il fût indispensable, comme cela avait lieu jusqu'ici, de retirer du moteur les organes à essayer.

La solution de ce problème est donnée au moyen d'un petit appareil mis sur le marché depuis un an ou deux et qui se compose essentiellement d'une sorte de dynamomètre indiquant, sur un cadran gradué, l'effort d'attraction qu'exerce, sur une armature, le noyau de la bobine à essayer; le mécanisme indicateur fait équilibre au poids de l'armature et du ressort en spirale qui agit sur celle-ci, de manière que les indications de l'instrument soient exactes dans toute l'étendue de l'échelle de l'appareil.

Pour procéder à l'essai des bobines d'excitation d'un moteur ou d'une dynamo, on commence par enlever l'induit de la machine, de façon à rendre l'inducteur accessible de toute part, ou bien, s'il s'agit d'un moteur de voiture automotrice, on ouvre la carcasse au-dessus de la fosse de revision.

Le circuit électrique se trouvant, de ce fait, interrompu entre le porte-balais, on le rétablit, ainsi qu'il est indiqué sur le schéma (fig. 71), en reliant aux porte-balais un câble souple relié lui-même à la résistance et à l'ampèremètre transportable qui sert aux essais.

Cela fait, les jonctions entre les bobines d'excitation sont interrompues dans la carcasse du moteur et l'on essaie chaque bobine isolément.

Dans ce but, on applique l'instrument sur le noyau de la bobine à essayer et sur celui de la bobine voisine, comme il est montré par la figure 71, en plaçant l'armature du dispositif bien

(1) Constructeur : M. Richard Heller, 18, cité Trévise, Paris.

symétriquement par rapport aux deux noyaux, sur l'intervalle entre ceux-ci.

Pour exciter la bobine on y envoie alors, soit par l'intermédiaire du démarreur, soit par l'intermédiaire de l'interrupteur, un courant d'intensité appropriée; pour obtenir des résultats comparables, il faut naturellement employer, pour des bobines identiques, des intensités de courant équivalentes.

Dans le cas d'un moteur de tramway, le courant peut être emprunté directement à la ligne et que l'effort de traction exercé par l'une des bobines est insuffisant, c'est que cette bobine est défectueuse; des spires ou des couches de spires y sont en court-circuit par suite de la destruction de l'isolement sous l'effet d'un échauffement excessif prolongé.

Cependant, il peut se faire aussi que l'attraction ne soit pas bonne parce que l'armature de l'instrument n'est pas convenablement appliquée sur le fer, les surfaces de contact étant mauvaises ou malpropres, etc.

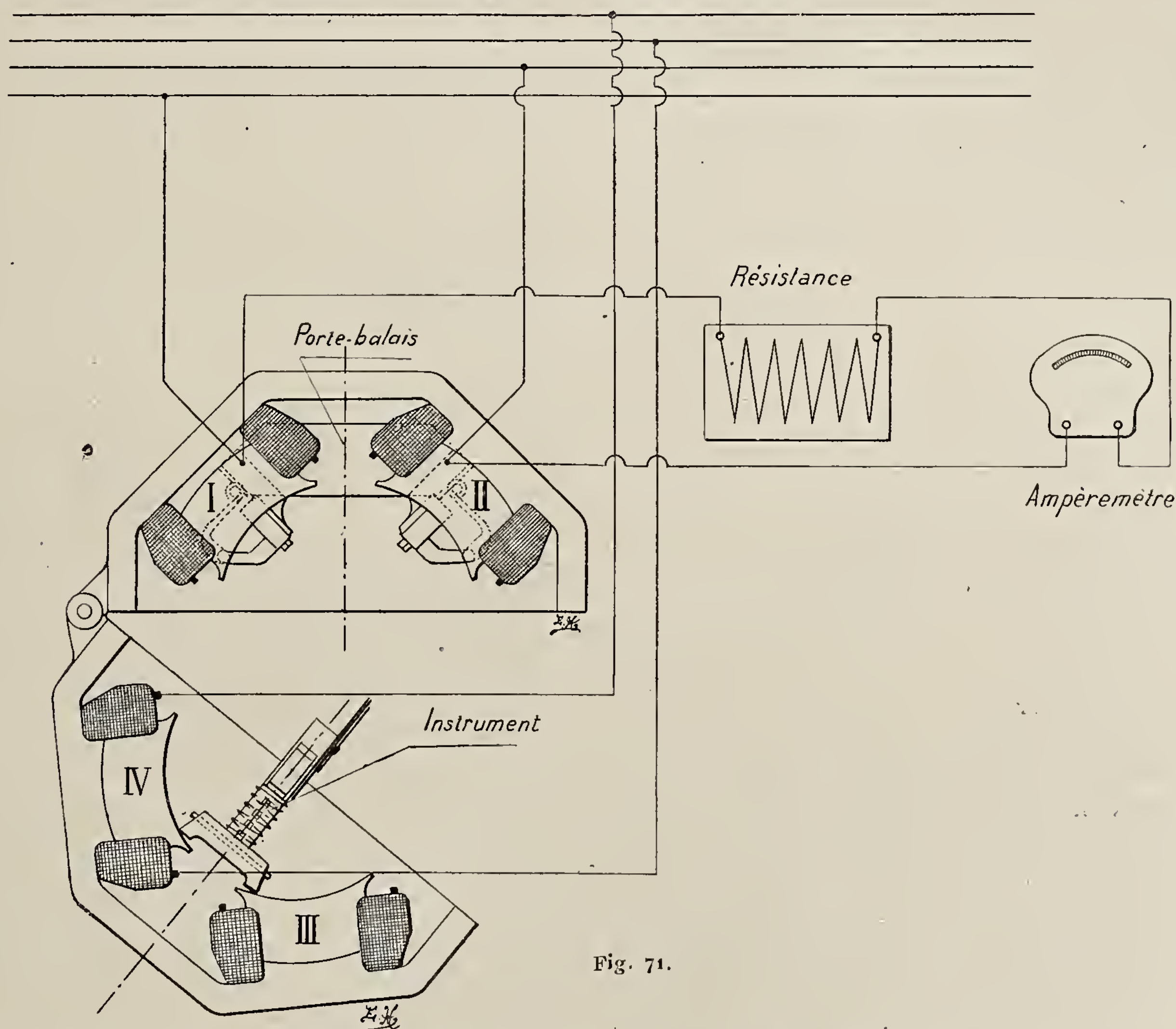



Fig. 71.

envoyé sur le moteur par l'intermédiaire du coupleur; mais, si l'équipement comporte plusieurs moteurs, il faut veiller à ce que les appareils aient été séparés l'un de l'autre; la mise hors circuit se fait ordinairement dans le coupleur.

Sous l'action du flux produit dans le fer par la bobine d'excitation, l'armature est attirée malgré l'action antagoniste du ressort en spirale réglable, auquel est attachée l'armature; la force d'attraction développée est mesurée par le dynamomètre; l'épreuve est effectuée successivement pour chaque bobine, on compare finalement les résultats entre eux ou bien à ceux que donne une bobine normale.

D'une façon générale, lorsque l'on constate

Il est aussi important d'éliminer les défauts de cette espèce que ceux des bobines mêmes, car ils influent également d'une façon très défavorable sur le fonctionnement de la machine et ils occasionnent des pertes appréciables; le courant d'excitation est mal utilisé et le rendement du moteur est diminué.

Pour que les essais soient rapides et efficaces, il est nécessaire d'opérer avec une intensité de courant sensiblement constante pour chaque type d'appareil; avec un peu d'habitude, on arrive à reconnaître sans hésitation quelles bobines peuvent être maintenues en fonctionnement et quelles sont celles qui doivent absolument être échangées ou réparées.

HENRY.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ACCUMULATEURS

### La plus grande batterie d'accumulateurs du monde entier.

Suivant l'*Electrical World*, la plus grande batterie d'accumulateurs existant dans le monde entier se rencontre à Baltimore, où elle a été installée par la Compagnie « Consolidated Gaz, Electric Lighting Power » de cette ville. La batterie en question comprend 152 éléments, dont chacun comporte 133 plaques. Les éléments sont disposés en quatre rangées et recouverts de lourdes plaques en verre. Le poids total de l'installation est de 616,5 tonnes réparti comme il suit :

| | Poids en tonnes |
|---|---|
| Bacs | 72,0 |
| Plaques en verre | 18,0 |
| Electrodes | 303,0 |
| Barres omnibus et queues en plomb | 13,5 |
| Acide | 138,0 |
| Isolateurs en porcelaine | 9 |
| Barres omnibus en cuivre | 16 |
| Commutateurs d'éléments additionnels | 6 |
| Séparateurs | 21 |
| Articles divers | 20 |

La batterie en question est maintenue reliée aux barres omnibus fournissant le courant continu et, dans le cas de quelque interruption, elle donne toute la charge nécessaire sans aucun arrêt. Elle peut débiter 44 000 ampères sous 250 volts pendant six minutes ou 11 000 ampères pendant une heure. Elle est donc en état de prendre toute la charge de courant continu, sur le réseau, durant une période variant de 10 minutes à plusieurs heures. La sous-station où est logée la batterie ci-dessus reçoit de l'énergie sous la tension de 13 000 volts, de deux stations centrales. La tension est abaissé et le courant alternatif est transformée en courant continu par des convertisseurs tournants, puis distribués par des canalisations souterraines à la tension de 250 et 125 volts. — G.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Quelques réflexions sur l'emploi de l'énergie électrique pour la mise en action des engins mécaniques dans les gares, les dépôts, les ateliers, etc.

La Compagnie parisienne de distribution d'électricité et l'Union des secteurs parisiens ont, dans leur rapport sur leurs opérations pendant l'année 1911, consacré quelques pages à l'utilisation de l'électricité comme force motrice, qui nous paraissent de nature à intéresser les lecteurs de l'*Electricien*.

Le rapport dont il s'agit fait ressortir, dans une série d'exemples très variés, l'intermittence du travail des divers outils des ateliers et par suite l'intérêt économique que présente l'emploi d'une source d'énergie qui, empruntée à des secteurs électriques de ville ou de région, ne dépense que quand l'outil travaille utilement.

Or, dans l'industrie des chemins de fer, dans les gares, dans les dépôts, etc..., aussi bien et plus encore peut-être que dans les ateliers, les engins mécaniques, dont le développement du trafic généralise de plus en plus l'emploi, sont par leur nature très intermittents dans leur action.

Pour le chargement et le déchargement des marchandises, l'emploi des grues est tous les jours plus fréquent; pour la rotation des wagons sur les plaques tournantes des gares, pour la rotation des machines sur les ponts tournants, l'usage des cabestans se répand tous les jours davantage; dans les remises, dans les dépôts, dans les gares, l'emploi des chariots transbordeurs mus mécaniquement devient d'un usage presque courant; etc... D'une façon générale, tous ces engins et appareils ne travaillent utilement que d'une manière très intermittente, pendant des temps très courts et, par conséquent, l'utilisation de l'énergie électrique achetée à des usines centrales, à des secteurs concessionnaires de distribution d'électricité qui ne font payer que l'énergie consommée, présente des avantages économiques évidents.

Nous allons essayer, pour le faire ressortir, de suivre, de reproduire même la partie du rapport que nous citions au début de cette note consacrée à la question de la force motrice.

L'économie retirée de l'emploi de l'énergie électrique, dit le rapport, provient peut-être moins de l'abaissement du tarif que de l'avantage offert de ne payer que quand on consomme, pour les quantités réellement utilisées, tandis que les usines autonomes consomment à vide presque autant qu'à charge et quelle que soit l'énergie réellement utilisée.

C'est là une qualité essentielle à côté des qualités qui sont propres au moteur électrique, surtout au moteur de puissance réduite, à savoir :

1° Son prix peu élevé, bien inférieur à celui de tous les autres moteurs;

2° Sa facilité d'installation et son petit encom-

brement, qui est particulièrement précieux dans les villes, permettent de le placer au meilleur endroit et, en particulier, pour éviter des déplacements inutiles de l'objet à travailler, de le poser sur le sol, de le pendre au plafond, de le placer sur une console, de le changer de place, s'il est utile, avec un travail très minime qui n'exige que l'allongement ou le raccourcissement de quelques fils, de ne pas exiger des bâtiments solides et importants auxquels il faut accrocher les transmissions, poulies, etc., des ateliers ordinaires;

3° Il est silencieux;

4° Il demande peu d'entretien et n'est jamais une cause de malpropreté;

5° Sa mise en marche est facile, son arrêt est simple et rapide. Seul il se prête aux mises en marche automatique et à de grandes variations de vitesse;

6° Son rendement est élevé; même à charge réduite, il est capable de donner de véritables coups de collier représentant des surcharges importantes par rapport à la puissance normale;

7° Ses organes de transmission sont extrêmement réduits;

8° Il offre la facilité d'adapter un moteur à chaque outil, qui ne dépense que lorsque l'outil travaille réellement, ce qui représente le maximum d'utilisation de l'énergie.

Nous insisterons particulièrement sur cette dernière qualité. En effet, l'avantage capital du moteur électrique alimenté par des secteurs, à peine aperçu jusqu'à ce jour par les consommateurs, est de ne dépenser l'énergie, c'est-à-dire de ne la payer que quand l'outil travaille et pour l'effort utile qu'il a à produire.

Si on se contente de comparer les prix de revient résultant de l'emploi *continu* de l'énergie électrique à ceux qui résultent de l'emploi *continu* de la vapeur ou du gaz pauvre, on risque presque toujours de commettre une grave erreur d'appréciation. Il faut tenir compte de ce que l'énergie électrique a l'avantage incomparable de se prêter aux usages intermittents, *c'est-à-dire qu'on ne dépense que quand elle est utilisée et qu'autant qu'il en est strictement besoin, tandis que tous les autres moteurs exigent une dépense continue, que la force motrice soit utilisée ou non.* Or, dans un très grand nombre d'industries, l'utilisation de la force motrice est essentiellement intermittente et, par suite, la dépense de l'énergie électrique se trouve notablement diminuée et d'autant plus atténuée que l'intermittence est plus grande.

Prenons, par exemple, un moteur à vapeur ou à gaz ou à gaz pauvre qui entraîne, par l'intermédiaire de transmissions et de courroies, un certain nombre de machines-outils. Quel que soit le nombre des outils, bien qu'ils ne soient jamais tous en marche à la fois, la puissance instantanée en jeu sera presque constamment la même et si le moteur travaille en dessous de sa puissance maximum, ce qui est le cas général, son rendement sera forcément médiocre. Si, au contraire, les machines-outils sont individuellement commandées par des moteurs électriques, la dépense absorbée par les transmissions et les courroies disparaît, tandis que la moyenne des maxima de la puissance instantanée demandée par la totalité des moteurs ne correspondra, suivant l'industrie, qu'aux deux tiers, à la moitié, et souvent bien audessous, de la puissance totale installée. Il faut, en effet, bien remarquer que lorsqu'un moteur électrique attaque directement une machine, il ne consomme du courant que lorsque cette machine est en prise sur la matière à travailler, cette consommation étant toujours proportionnelle à l'effort demandé.

Il en résulte que les machines-outils ne travaillent jamais toutes ensemble; pour dix heures de marche, il n'y a réellement que trois, deux ou même une seule heure de travail de la puissance totale installée, les autres heures correspondant aux arrêts ou aux marches à vide.

Nous avons donc :

D'une part, un moteur à vapeur ou à gaz ou à gaz pauvre qui, pendant dix heures, a une consommation presque constante due aux transmissions et à la marche intermittente des machines-outils à vide et en charge;

D'autre part, une série de moteurs électriques qui ne consomment qu'au moment où chaque machine-outil travaille.

Si on exprime en chevaux-heure les deux consommations respectives, le moteur à vapeur ou à gaz exige à lui seul trois, quatre ou cinq fois plus que les moteurs électriques réunis. Par conséquent, bien que le cheval-heure du moteur à vapeur ou à gaz puisse coûter moins cher que le cheval-heure dû au courant électrique, il n'en résultera pas moins que la dépense journalière sera moindre avec l'emploi des moteurs électriques.

Nous avons cherché ce que pouvait être cette intermittence dans un atelier de puissance moyenne qui, primitivement, était actionné par une machine à gaz de 40 ch environ et qui fonctionne, depuis quelques années, exclusivement au moyen de l'énergie électrique, mais avec des moteurs attelés à chaque outil.

Cet atelier (1), qui compte 70 ouvriers et qui exécute des travaux pour une somme qui oscille entre 400 000 et 500 000 fr par an, dépensait en force motrice environ 15 000 fr. Il dépense aujourd'hui 1805,29 fr avec du courant payé 3 centimes l'hectowatt-heure, plus 368,60 fr pour entretien des moteurs électriques, graissage, nettoyage, etc., soit en tout 2173,89 fr.

Cet atelier possède les outils suivants : 1 fraiseuse, 1 étau-limeur, 8 tours, 6 machines à percer,

(1) Il s'agit des ateliers des services électriques de la Compagnie du chemin de fer du Nord.

2 meules, 1 ventilateur de forge, 1 raboteuse, 1 scie à ruban, 1 machine à percer les opalines et le verre.

Nous avons fait mesurer pour chacun de ces 22 outils quelle était la durée journalière de fonctionnement effectif en heures, la puissance instantanée en kilowatts développée par chacun de ces outils, la consommation journalière en kilowatts, de chacun d'eux, et nous en avons dressé le tableau ci-après :

| Désignation des machines. | Durée journalière de fonctionnement effectif en heures. | Puissance instantanée en kilowatts. | Consommation journalière en kilowatts-heures. |
|---|---|---|---|
| Fraiseuse | 1/2 | 1,650 | 0,852 |
| Étau-limeur | 1/4 | 1,320 | 0,330 |
| 3 gros tours à banc rompu | 1/2 | 3,960 | 1,980 |
| Tour moyen | 1 | 1,100 | 1,100 |
| Tour moyen | 1 1/2 | 1,320 | 1,980 |
| 3 petits tours | 1/2 | 1,320 | 0,660 |
| Machine à percer radiale | 1/4 | 1,980 | 0,495 |
| 2 machines à percer, moyennes. | 1/2 | 2,200 | 0,550 |
| 2 machines à percer, petites | 1/2 | 1,320 | 0,660 |
| 2 meules | 1/2 | 2,200 | 1,100 |
| Ventilateur de forge | 6 | 0,550 | 3,300 |
| Raboteuse | 1 1/2 | 2,200 | 3,300 |
| Scie à ruban | 2 | 1,650 | 3,300 |
| Machine à percer les opalines et le verre | 1/2 | 1,100 | 0,550 |
| Puissance instantanée maximum kw. | | 23,870 | |
| Consommation totale par jour en kw. | | | 20,680 |

Consommation horaire moyenne pour 10 heures de travail : 2,068 kw.

Ce tableau fait ressortir d'une façon véritablement saisissante combien est faible la durée journalière du fonctionnement de chaque outil et par suite la consommation d'énergie nécessaire à ce fonctionnement. Il montre de la façon la plus évidente et la plus lumineuse l'intérêt considérable que présente l'emploi d'une force fractionnée et surtout d'une force intermittente qui ne dépense que quand elle fonctionne utilement.

A un autre point de vue, il montre également qu'en raison même de cette faible consommation le prix de l'énergie électrique n'a pas l'importance prépondérante qu'on a généralement une tendance à lui accorder *a priori*.

On conçoit que, quand il s'agit d'une grande usine, d'un grand établissement consommant des quantités considérables d'énergie, le prix de cette énergie puisse jouer un rôle important dans le résultat final; mais on voit clairement, par l'exemple que nous venons de citer, que quand il s'agit d'un atelier de petite importance, et même d'une importance moyenne, puisqu'il s'agit de 40 ch environ, le prix de l'énergie passe au second plan et que la question économique réside surtout dans l'installation raisonnée des moteurs.

L'exemple que nous venons de citer est particulièrement typique et concluant et nous avons cru devoir entrer à ce sujet dans quelques détails, mais nous pouvons en citer d'autres qui sont aussi intéressants comme résultat.

Un industriel de la rue de Tanger avait un moteur à gaz actionnant une vingtaine de machines à roder de 1/2 ch chacune, sa dépense journalière était de 10,50 fr. Depuis la transformation de l'installation, chaque machine étant actionnée par un moteur électrique, la dépense n'est plus que de 1,80 fr à 2 fr par jour.

Une société métallurgique du boulevard Voltaire avait une machine à vapeur qui commandait une vingtaine de machines-outils. Depuis la transformation, la consommation en courant électrique ressort à 4 fr par jour alors que l'ancienne commande revenait à 12 fr.

Un menuisier de la rue de Flandre ayant 80 ch de force consomme 6000 fr de courant électrique, tandis que son ancienne machine coûtait 10 000 fr par an.

Cela ne veut pas dire qu'on doit dans tous les cas préconiser l'extrême division des moteurs, parce qu'il peut y avoir d'autres considérations à envisager. Il faut, évidemment, examiner chaque cas et l'étudier pour lui donner la solution convenable.

Il est évident que le rendement de l'ensemble sera d'autant plus élevé que, d'une part, la force de chaque moteur sera calculée en tenant un

compte plus exact de la puissance moyenne utile de chaque outil, et que, d'autre part, les organes d'accouplement du moteur avec l'outil correspondant seront réduits à leur plus simple expression.

Lorsque le nombre des machines est élevé et leur puissance individuelle minime, il peut être avantageux de les grouper par spécialités. Il y a là une raison d'économie que l'on ne peut négliger dans les grosses installations.

Nous avons pris tout à l'heure pour exemple un atelier de constructions mécaniques de moyenne importance, mais il existe, encore dans Paris, un certain nombre de grands ateliers. Pour ceux-là, il faut certainement adopter des moteurs séparés pour les gros tours, les raboteuses et les outils de puissance supérieure à la moyenne. Mais pour les outils qui sont identiques ou analogues, et qui peuvent se grouper en quelque sorte par spécialité, il peut y avoir intérêt à commander chaque groupe par un moteur unique, dont la puissance sera judicieusement calculée pour commander les outils et les transmissions qui les entraînent. C'est une question d'espèce dont la solution dépendra de l'intermittence des outils commandés par la transmission, de la longueur et du poids des transmissions et de la force qu'elle absorberait, du prix du courant, etc., etc.

Ajoutons et répétons une fois de plus que dans un atelier quelconque comportant plusieurs machines, il n'est pas besoin, pour fonctionner normalement, d'une puissance égale à la somme de la puissance de ces machines, car chaque machine travaille d'une façon intermittente et absorbe une quantité d'énergie extrêmement variable suivant les diverses phases du travail.

Il suffit pour s'en convaincre de relever les graphiques des enregistreurs d'intensité ou d'énergie placés à l'origine d'un circuit alimentant un atelier. Nous avons pu relever, dans deux importantes imprimeries où il y a un moteur électrique par machine, d'une part le chiffre de la consommation de plusieurs journées, d'autre part les courbes de la puissance instantanée utilisée pendant le même temps.

Il résulte de ces constatations que la puissance maximum utile n'a pas dépassé 50 0/0 de la puissance totale installée et que, par conséquent, pour un atelier semblable, il est parfaitement inutile d'avoir recours à une source d'énergie supérieure à la moitié de la puissance globale.

On a pu également déduire de ces observations le nombre d'heures d'utilisation de cette puissance maximum utile. Nous avons trouvé 2000 heures, soit 6 h. 40 par jour, ce qui est extrêmement intéressant, mais ce qui est un résultat qu'on ne soupçonne pas généralement, car il ne peut être mis en lumière que par un essai comme celui auquel il a été procédé.

En relevant des graphiques analogues dans d'autres ateliers, on constate que tous ont le même aspect et présentent de multiples et longues hachures, montrant que l'énergie instantanée utile passe, à tout instant, du maximum au minimum de puissance, suivant fidèlement les phases multiples de l'ensemble du travail.

Le graphique d'une installation de moteurs commandant des machines par groupes n'a plus du tout la même allure : la courbe atteint dès le début de la journée un maximum et ne présente plus ensuite que des hachures tout aussi multiples que les précédentes, mais excessivement minimes comme étendue. Cette courbe rend tangible l'effet dû aux transmissions qui absorbent constamment la même puissance, servant, il est vrai, de volants aux écarts d'énergie dus à l'intermittence du travail des outils, tandis que ces variations d'énergie, toujours apparentes, n'ont plus qu'une amplitude extrêmement réduite si on les compare aux variations obtenues précédemment.

L'utilisation annuelle de la puissance maximum utile est dans ce cas presque égale au nombre d'heures de fonctionnement de l'atelier; le rendement est donc excellent, mais ce résultat, si brillant en apparence, n'est cependant pas comparable à celui que l'on obtient avec des moteurs séparés. Ces expériences, faciles à répéter, démontrent donc surabondamment qu'on ne saurait apporter trop de soin à déterminer la puissance maximum moyenne nécessaire au bon fonctionnement de l'atelier dont on étudie l'alimentation; de ce choix dépend le rendement annuel de l'industrie en jeu, rendement qui sera bon ou médiocre suivant que l'on aura adopté ou non le chiffre se rapprochant le plus du maximum moyen utile.

Nous compléterons ces renseignements si intéressants en donnant pour diverses installations spéciales à l'industrie des chemins de fer, les diagrammes caractéristiques de consommation afférents à divers chantiers.

Les diagrammes 1, 2 et 3 s'appliquent à trois groupes distincts de machines des ateliers du chemin de fer du Nord à La Chapelle.

Le groupe n° 1 (fig. 72) comporte en effet : d'une part, 4 transmissions principales absorbant respectivement en moyenne :

*a*) 33 kw (cisailles, poinçonneuses, machines à enrouler les tôles, etc.);

*b*) 26 kw (tours revolvers, grosses raboteuses, machines à percer les tirants verticaux de chaudières, etc.);

*c*) 50 kw (machines à meuler et à rectifier, meules d'ébarbage, machines à enrouler les ressorts, poinçonneuses de ressorts, etc.);

*d*) 9 kw (tours et scies).

Et, d'autre part, par moteurs individuels, une série de machines diverses absorbant ensemble 45 kw.

Le groupe n° 2 (fig. 73) comporte, lui aussi :

d'une part, 3 transmissions principales absorbant respectivement en moyenne :

*a*) 6 kw (tours, fraiseuses et meules) :

*b*) 9 kw (tours à essieux);

*c*) 11 kw (machines à confectionner les rivets) et, d'autre part, commandés par moteurs individuels :

1° Un compresseur d'air absorbant 55 kw;

2o — 18 kw;

3° 9 machines diverses absorbant ensemble 23 kw (tours à aléser, grues de levage, meules à affûter, etc.).

Le groupe n° 3 (fig. 74) comporte enfin : d'une part, 4 transmissions principales absorbant respectivement en moyenne :

*a*) 22 kw (machines à mortaiser, à raboter, à alaiser, tours divers);

*b*) 33 kw (tours à essieux coudés, machines à raboter, à fraiser, etc.);

*c*) 48 kw (tours de moyennes et petites dimensions, machines à raboter);

*d*) 30 kw (machines à aléser, à fraiser, tours à essieux),

et, d'autre part, par moteurs individuels absorbant ensemble 50 kw, une série de machines à percer, à fraiser, à aléser les cylindres.

Les 3 diagrammes de consommation que nous reproduisons et qui se rapportent à chacun de ces groupes, ont des allures différentes qui s'expliquent par la diversité des machines-outils ou appareils commandés, et par la proportion plus ou moins grande des moteurs individuels par rapport aux moteurs commandant des transmissions principales communes à plusieurs machines.

Le diagramme du groupe n° 2 (fig. 73) accuse en particulier la prédominance bien marquée des moteurs individuels.

Nous donnons, d'autre part, pour les gares de

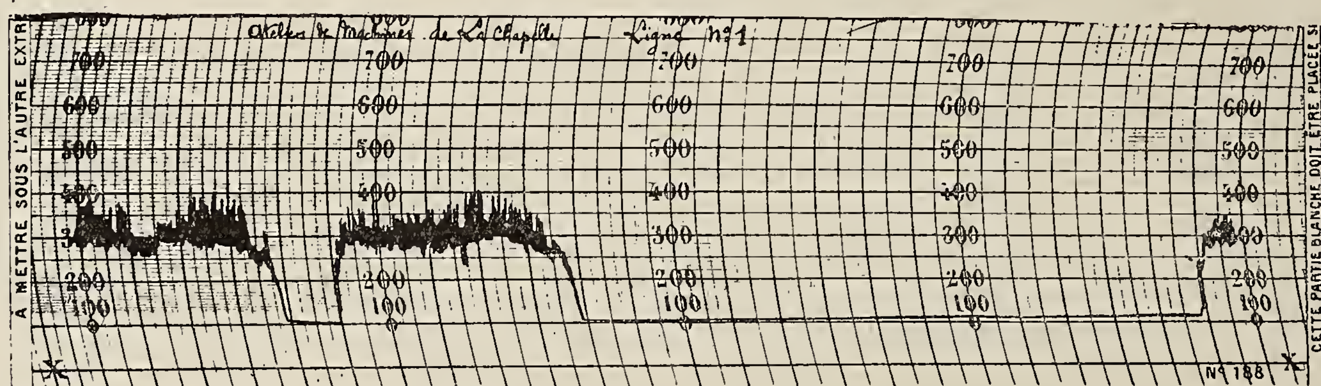



Fig. 72. — Ateliers de machines de La Chapelle.

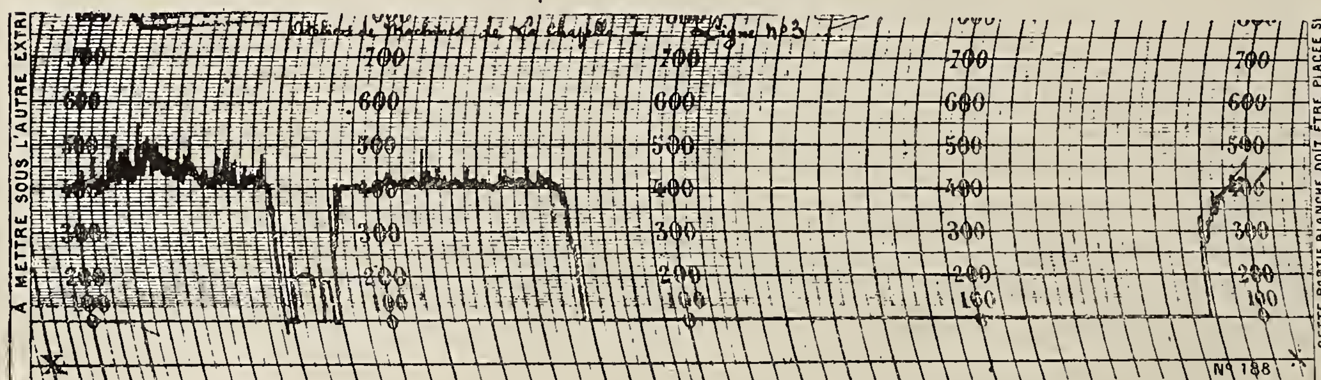



Fig. 73. — Ateliers de machines de La Chapelle.

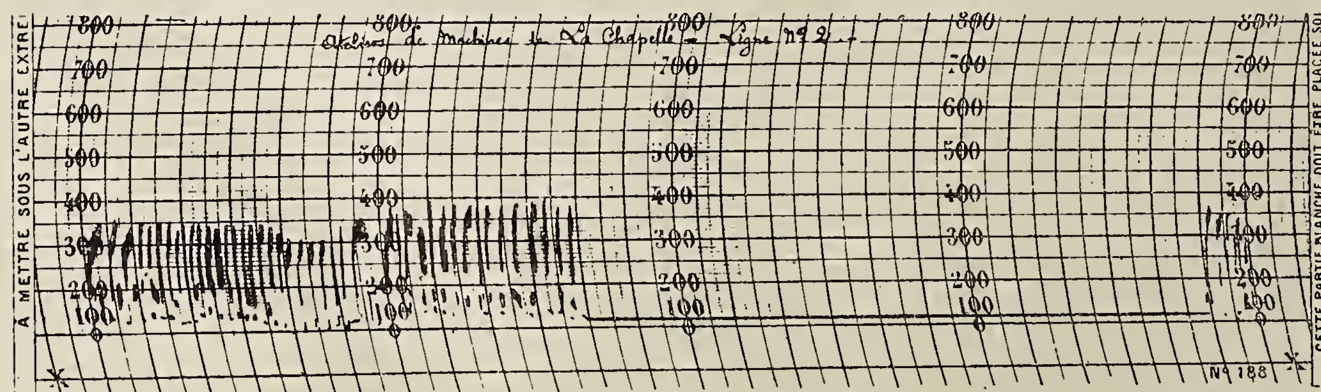



Fig. 74. — Ateliers de machines de La Chapelle.

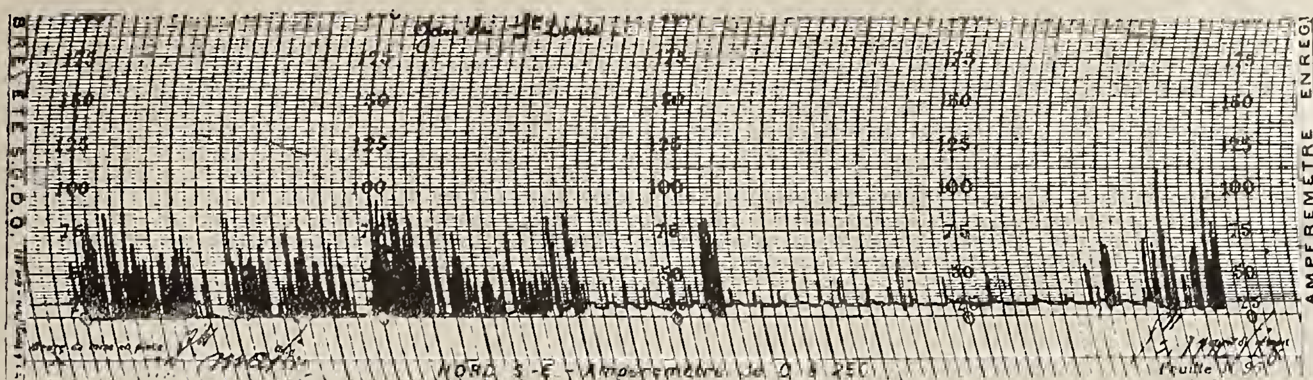



Fig 75. — Diagramme de la gare Saint-Denis.

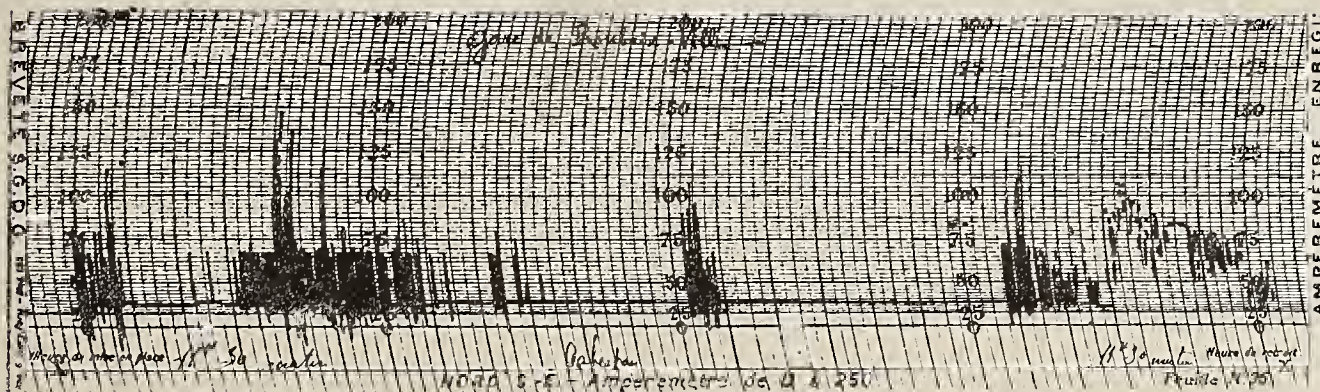



Fig. 76. — Diagramme de la gare de Roubaix-Ville.

Saint-Denis et de Roubaix-Ville, où il y a un moteur électrique par machine (cabestans, pompe ou monte-charges) les diagrammes de la puissance instantanée pendant une période de 24 heures (fig. 75 et 76).

Ces diagrammes de Saint-Denis et de Roubaix-Ville présentent de multiples et longues hachures montrant que l'énergie instantanée utile varie dans une large limite suivant les besoins du travail.

Par l'examen de celui de Roubaix-Ville, qui se rapporte exclusivement à des cabestans en grand nombre, disséminés dans toute la zone occupée par les halles à marchandises, on voit particulièrement l'influence de l'intermittence dans l'emploi des cabestans électriques et l'économie qui résulte de l'adaptation de l'énergie électrique à ces engins en raison même du caractère très intermittent de leur utilisation.

On peut rappeler utilement, à ce sujet, qu'un cabestan électrique qui tourne une machine de 30 tonnes sur une plaque et qui développe un effort tangentiel de 900 kg avec une vitesse de 19 tours à la minute absorbe 3240 watts de puissance moyenne instantanée pendant 24".

Au prix de 0 fr. 20 le kilowatt-heure, chaque rotation occasionne une dépense d'électricité de 22 watts-heure, soit 0,44 fr.

En supposant qu'un tel cabestan électrique effectue 150 rotations par jour, les charges de capital, évaluées à 1,40 fr par jour, représentent de leur côté une dépense de 0,935 fr par rotation.

Il faut donc compter sur un prix de revient de 1,375 fr par rotation, ce qui est très minime.

*La Revue générale des chemins de fer* a indiqué, dans son numéro de septembre 1902, à propos du groupe électrogène à l'alcool utilisé au chemin de fer du Nord, l'intérêt que peut présenter l'emploi de l'énergie électrique pour actionner des cabestans, même dans une petite gare, sans procéder à un transport d'accumulateurs entre le lieu d'emploi et une usine de charge éloignée.

L'extension des réseaux de distribution d'énergie électrique dans les régions industrielles permettra, de plus en plus, d'entrer dans cette voie, et d'utiliser, même dans des gares moyennes et petites, des engins mécaniques mus électriquement. Ce sera, dans bien des cas, en même temps qu'un facteur important dans l'amélioration du rendement du matériel, un remède très efficace lorsque l'accroissement du trafic local fera apparaître l'insuffisance des installations d'une gare et, dans tous les cas, une source d'économie inhérente à l'emploi rationnel de la division des moteurs électriques.

(*Revue générale des chemins de fer.*)

## LAMPES

### Lampes à arc ou lampes à filament métallique ?

Le titre ci-dessus est celui d'une intéressante

brochure que vient de faire paraître la société Körting et Mathiesen de Leutzsch, près Leipzig, et qui constitue un plaidoyer en faveur de la lampe à arc. Cette brochure est destinée à combattre l'opinion énoncée par les constructeurs de lampes à incandescence, à savoir que les lampes intensives à filament métallique peuvent remplacer avantageusement les lampes à arc. Il est dit entre autres, dans le document en question, que, contrairement à l'affirmation ci-dessus, la lampe à filament métallique ne peut jamais remplacer la lampe à arc, attendu que, en premier lieu, la lumière à arc a un tout autre caractère que la lumière à incandescence, et qu'en second lieu la lampe à arc est techniquement et économiquement supérieure à sa rivale. Pour ce qui est de l'éclairemeut, la lampe à arc a plus d'effet, d'éclat et de rayonnement, plus de vigueur et de vie que la lampe à incandescence qui, elle, donne une lumière fixe et modeste. Par suite, la lampe à arc tient le premier rang pour les illuminations, pour l'éclairement des annonces, pour celui des montres de magasins et des façades d'immeubles. Même observation en ce qui concerne l'éclairage intérieur, la lumière à arc conserve aux objets leur couleur naturelle, la couleur qu'ils ont pendant le jour, tandis que la lumière à incandescence donne aux mêmes objets une teinte à la fois rougeâtre et jaunâtre. Aussi la conservation exacte des couleurs, qui est l'apanage de la lampe à arc, rend cette dernière précieuse presque pour toutes les sortes de magasins. La même brochure passe ensuite en revue les détails de l'éclairage direct et indirect donné par la lampe à arc et insiste sur les avantages de l'éclairage indirect au moyen de cette lampe, equel ne serait pas, à beaucoup près, aussi onéreux qu'on le prétend généralement. Pour démontrer la supériorité économique de la lampe à arc, la brochure en question produit plus loin des calculs tendant à établir que, là où le courant se vend à un prix élevé et même là « où le courant ne coûte rien », le fonctionnement de la lampe à arc et surtout de celle à flamme reviendrait, à égalité d'intensité lumineuse, à bien meilleur compte que celui des lampes à filament métallique. — G.

# Nécrologie.

PAUL T'SERSTEVENS

Nous venons d'apprendre la mort du secrétaire général de l'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local, M. Paul t' Serstevens, subitement décédé le 8 août à Aix-la-Chapelle, où il était en traitement d'un mal qui semblait ne présenter aucune gravité.

C'est pour cette association une perte très sensible.

Durant une carrière de onze ans, M. t' Serstevens s'était concilié au sein de l'Union des sympathies nombreuses par son affabilité et son désir de rendre service à tous ceux qui s'adressaient à lui.

Pendant la durée du Congrès de Christiania, à l'organisation duquel il avait travaillé avec son activité et sa précision habituelles, il s'était prodigué encore, peut-être même au-delà de ses forces, car, dès ce moment, il avait semblé à plusieurs de ses amis que sa santé laissait à désirer.

On avait espéré que quelques semaines de repos l'auraient complètement rétabli. Hélas! il n'en a point été ainsi et Paul t' Serstevens a ét brusquement enlevé.

Tous ceux qui l'ont connu conserveront à s mémoire un fidèle et pieux souvenir.

# Bibliographie

**Répertoire des industries gaz et électricité 1912.** — Un volume de 840 pages relié toile; prix : 3 francs. (*Journal de l'éclairage au gaz*, éditeur, Paris.)

L'édition 1912 qui vient de paraître ne comprend pas moins de 830 pages. Tous les renseignements utiles aux fabricants d'appareils, directeurs d'usines à gaz, électriciens, plombiers, installateurs, en un mot à tous ceux qu'intéressent les industries du gaz et de l'électricité, se trouvent réunis dans ce volume d'un format pratique et facilement maniable.

Dans la partie réservée à l'industrie du gaz, on trouve à côté de la liste alphabétique des usines à gaz et des villes desservies, la nomenclature des ingénieurs, directeurs, administrateurs de soc tés gazières, ainsi que

tous les renseignements concernant les grandes sociétés gazières. Les plombiers établis dans le périmètre des usines à gaz sont indiqués; pour Paris, ils sont détaillés par arrondissement.

La deuxième partie est réservée à l'électricité; les stations et sous-stations sont groupées dans une liste alphabétique qui donne pour chaque usine, en outre des renseignements techniques, la liste des localités desservies par le réseau (canalisation, force motrice employée, courant produit et distribué).

Les sociétés électriques n'ont pas été oubliées; de même que pour les sociétés gazières, elles sont indiquées avec tous les détails concernant leur capital, siège social, conseil d'administration, usines exploitées, etc. Enfin, une liste alphabétique de chaque ville dans laquelle sont établis des installateurs électriciens, la même liste établie pour Paris par arrondissement, et l'énumération des villes possédant un réseau de tramways électriques complètent la partie réservée à l'électricité. Signalons encore la liste par département des usines à gaz et stations centrales placées en regard les unes des autres, ainsi que les chapitres des fournisseurs du gaz et de l'électricité dont la disposition permet aux directeurs d'usines à gaz et de stations centrales de trouver rapidement les noms des fabricants.

Le volume se recommande à tous ceux qui s'occupent des deux grandes industries du gaz et de l'électricité; nul doute que l'édition actuelle ne remporte le même succès que la précédente, épuisée peu de temps après son apparition.

# Nouvelles

### Ecole supérieure d'électricité.

PROMOTION XVIII (1911-1912)

Liste des Elèves qui ont obtenu, le 31 juillet dernier, leur diplôme d'ingénieur-électricien à la suite des examens de sortie : MM. Vienne, Poulleau, Guiraud, Calmin, Mathon, Méténier, Dupau, Benoît-Gonin, Hubert, Langevin, Tarnaud, Schwarzfeld, Rosca, Lange, Gogois, Devaux, Stahl, Boulot, Guérin, Laurent, Miot, Santesmases y Puyol, Braud, Granier, Granat, Letourneur, Lévêque, de Loye, Robert, Duthil, Fraisse, Palanchon, Soyer, Bellaigue de Bughas, Broussier, Dillemann, Lachaise, Normand, Rolinski, Touchard, Michon, Lefèvre, Martin, Salomon, Willemetz, de Lagarrigue, Guilloteau, Cabaud, Goyet, Lepot, Quenard, Langumier, Laucagne, Lalanne (Louis), Poisson, Poucholle, Loth, Dupé, Dugas, Janny, Lanes, Altmayer, Braise, Anglade, Ditte, Commenges, Malcailloz, Fustier, Marin, Bouyer, Gilotaux, Couteaud, Forey, Fournier, Triau, Chevaillier, Carlini, de Fromont de Bouaille, Pellet, Lacrampe, Pierrot, Joly (Paul), Cal y Diaz, Joly (Georges), Richard, Guibert, Devezeaux de Lavergne, Rikoff, Lecour, Peschart d'Ambly, Bourseire, Burhannedin Bey, Caviglia.

Officiers délégués par le ministère de la Guerre : MM. le capitaine d'artillerie Dufrénois, le lieutenant de Ghaisne de Bourmont, le capitaine du génie Boste, le lieutenant d'artillerie coloniale Bêle.

Elèves-ingénieurs de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et des Télégraphes (1910-1911) : MM. Sellier, Couderc.

Anciens élèves : MM. de Régnaud de Bellescize, Perelman.

Vétérans : MM. Bertail, Andrieu, de Maillé, Fillieul, Lajut.

* * *

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique et notamment l'article 18, 3°, portant qu'un règlement d'administration publique déterminera l'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation des distributions d'énergie électrique dont les frais sont à la charge du concessionnaire ou du permissionnaire;

Vu l'article 9 du décret du 17 octobre 1907 organisant ledit contrôle;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Les frais de contrôle dus à l'Etat par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique, établies en vertu de permissions ou de concessions, sont fixés, pour l'année 1912, à 10 fr par km de ligne pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'Etat et à 5 fr par km de ligne pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes.

Paris, le 24 mai 1912.

*Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,*

Jean Dupuy.

* * *

### Nouvelles installations en projet.

Aurignac (Haute-Garonne). — L'éclairage électrique est actuellement en projet et la force

motrice serait hydraulique et fournie par la Longe. Un moteur à vapeur serait installé comme secours en cas de besoin. (Chef-lieu de canton de 1210 habitants, arrondissement de Saint-Gaudens.)

Auxonne (Côte-d'Or). — La municipalité vient d'approuver le rapport de sa commission d'éclairage relatif à une distribution d'énergie électrique qui serait alimentée par l'usine de Saint-Vit (Doubs). (Chef-lieu de canton de 3607 habitants de l'arrondissement de Dijon.)

Blagny (Ardennes). — La Société des forges de Blagny a proposé à la municipalité de distribuer l'énergie électrique dans la commune pour une période de 25 ans. (Commune de 540 habitants du canton de Carignan, arrondissement de Sedan.)

Bourges (Cher). — On vient d'ouvrir une enquête pour la concession de la distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu du département de 44 133 habitants.)

Brou (Eure-et-Loir). — Le Conseil municipal de Brou a donné un avis favorable au projet de construction d'un tramway de Montmirail à Brou, et a émis le vœu que le raccordement au tramway de Brou à Nogent-le-Rotrou se fît à Unverre. (Chef-lieu de canton de 2928 habitants de l'arrondissement de Châteaudun.)

Coteau (Loire). — On étudie le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique dans cette commune. (Commune de 4590 habitants, canton du Perreux, arrondissement de Roanne.)

Etoile (Drôme). — La Société anonyme drômoise de force et de lumière va installer l'éclairage électrique dans cette localité. (Commune de 3007 habitants, du canton et de l'arrondissement de Valence.)

Joigny (Yonne). — Le Conseil municipal va examiner les offres qui lui ont été soumises pour l'éclairage électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 6057 habitants.)

Langon (Gironde). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable à la demande d'établissement d'une distribution d'énergie électrique présentée par la Société l'Energie électrique du Sud-Ouest. (Chef-lieu de canton de 4836 habitants de l'arrondissement de Bazas.)

Lezay (Deux-Sèvres). — Une Société coopérative d'éclairage électrique est actuellement en projet. (Chef-lieu de canton de 2521 habitants de l'arrondissement de Melle.)

Libourne (Gironde). — Le Conseil municipal a voté une subvention de 68 000 francs pour le réseau de tramways. (Chef-lieu d'arrondissement de 19 323 habitants.)

Lourches (Nord). — Cette localité a accordé la concession d'une distribution d'énergie électrique à la station de Douchy qui va l'alimenter. (Commune de 5443 habitants du canton de Bouchain, arrondissement de Valenciennes).

Paramé (Ille-et-Vilaine). — La municipalité vient d'accorder la concession du monopole de l'éclairage électrique à M. Gabriel. (Commune de 5562 habitants du canton et de l'arrondissement de Saint-Malo.)

Pithiviers (Loiret). — La Société Ch. Lefebvre de Paris a fait des propositions pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 6293 habitants.)

Rouelles (Seine-Inférieure). — Le Conseil municipal vient d'accorder la concession de l'éclairage électrique à la Société l'Energie électrique du Havre. (Commune de 628 habitants du canton de Montivilliers, arrondissement du Havre.)

Samazan (Lot-et-Garonne). — L'Energie électrique du Sud-Ouest est en pourparlers avec la commune pour l'installation de l'éclairage électrique. (Commune de 913 habitants, du canton du Mas d'Agenais, arrondissement de Marmande.)

Saint-Amand les-Eaux (Nord). — L'usine de Douchy vient de passer un contrat pour fournir l'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 14 454 habitants de l'arrondissement de Valenciennes.)

Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées). — Sont déclarés d'utilité publique dans les départements des Basses-Pyrénées et des Landes :

1° Des chemins de fer d'intérêt local de Saint-Jean-de-Luz à Peyrehorade avec embranchement d'Ascain à Sare, et de Saint-Palais à Saint-Jean-Pied-de-Port avec embranchement sur Mendive;

2° Du chemin de fer à crémaillère de la Rhune;

3° D'un barrage dans la vallée du Saison, d'une usine hydraulico-électrique à Licq-Atherey et des installations nécessaires à l'exploitation. (Chef-lieu de canton de 4523 habitants de l'arrondissement de Bayonne).

Saint-Pons (Hérault). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable à l'adoption du cahier des charges pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 2950 habitants).

Thuit-Anger (Eure). — La municipalité a mis à l'étude un projet de distribution d'énergie électrique. (Commune de 284 habitants du canton d'Amfreville-la-Campagne, arrondissement de Louviers.)

Tournon (Ardèche). — La Compagnie du gaz de Tournon a le projet d'installer une distribution d'énergie électrique qui alimenterait en même temps Tain (chef-lieu de canton de 3227 habitants de l'arrondissement de Valence, département de la Drôme). Tournon, chef-lieu d'arrondissement de 5003 habitants.

---

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^t-JACQUES.

# Installation ornementale d'éclairage électrique par lampe à arc à magnétite, à New-Haven.

La ville de New-Haven a imaginé, il y a quelques mois, pour les artères principales, une ins-

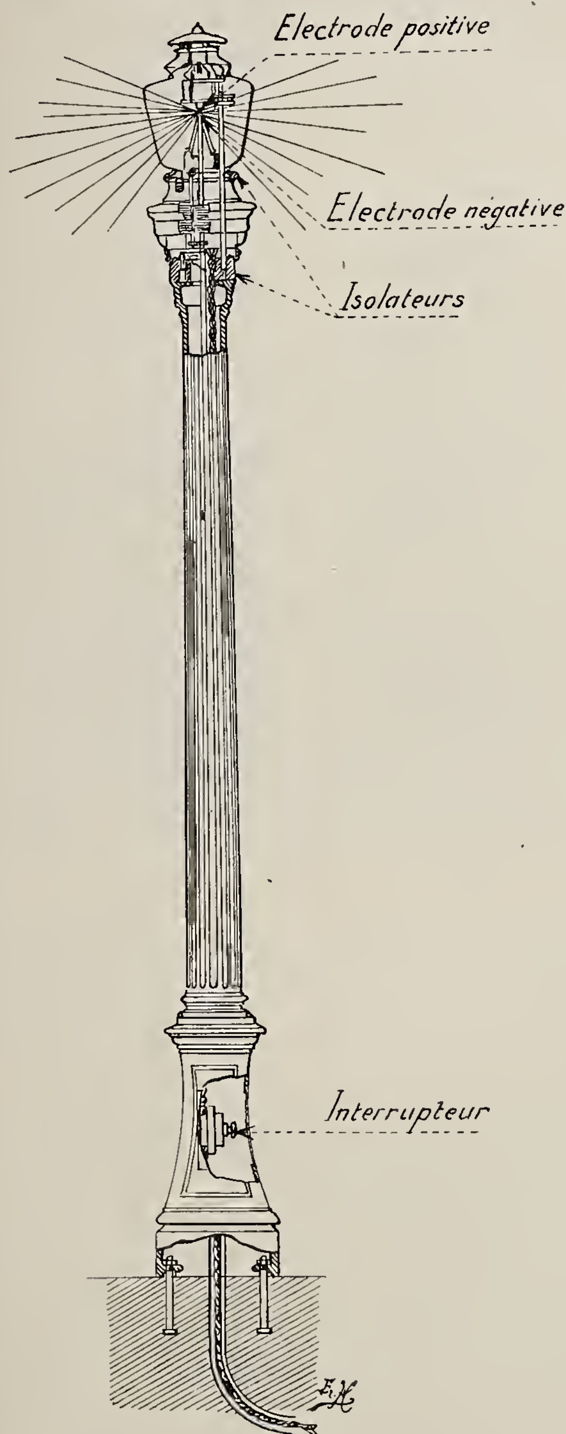



Fig. 77.

tallation d'éclairage électrique que l'on peut considérer comme la plus remarquable qui existe aux Etats-Unis, notamment au point de vue de la valeur ornementale des lampes employées; cette installation utilise un type de lampes à arc-flamme tout nouveau et, a été créée à frais communs par les négociants des artères éclairées, elle a été établie avec une profusion sans égale.

Le type de lampe employé est représenté sur la figure 77; l'installation comprend 75 lampes de ce genre; ce sont des lampes à arc-flamme à magnétite à courant continu de 6,6 ampères, montées sur des colonnes artistiques en fonte moulée, elles absorbent chacune 520 watts; dans le socle de la colonne est agencé un « coupe-circuit absolu » qui permet de les mettre hors de

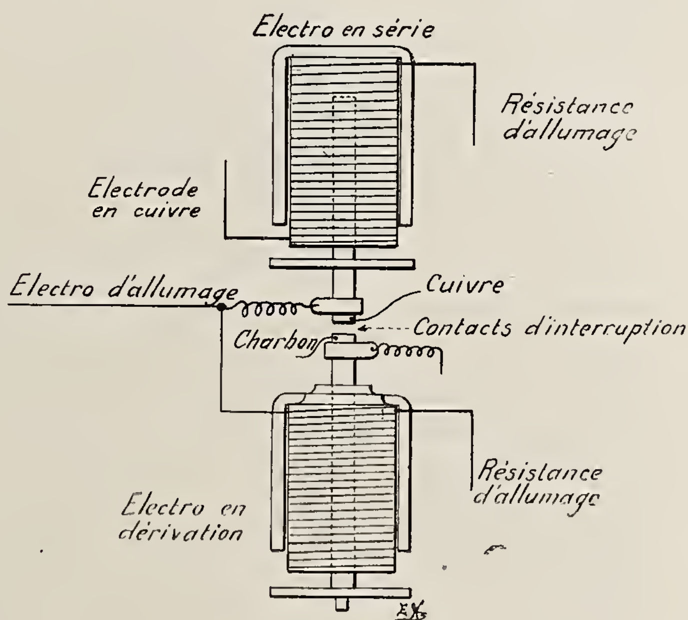



Fig. 78.

circuit isolément, sans interrompre le circuit général.

Bien que la lampe à magnétite soit généralement peu connue en Europe, nos lecteurs n'en ignorent pas sans doute les principes, qui ont déjà été indiqués ici même.

L'électrode supérieure ou positive est formée d'une tige de cuivre massive, protégée par un mince tube de fer; sa durée est de 4000 à 6000 heures; l'électrode inférieure ou négative est formée de magnétite enfermée dans un tube de fer de 15 mm de diamètre et de 20 cm de longueur, sa durée est de 175 à 200 heures; l'arc formé entre les électrodes se présente sous l'aspect d'une flamme de 15 mm de longueur, lumineuse dans toute sa longueur; la lumière fournie est d'un beau blanc brillant.

L'électrode supérieure, qui n'est soumise à aucune usure appréciable, est fixe; l'électrode inférieure est déplacée lentement au moyen d'un mécanisme très simple et qui n'absorbe qu'une dizaine de watts; il est indispensable de placer l'électrode négative au-dessous, parce que, lorsqu'elle occupe la position supérieure, les vapeurs sont entraînées vers le haut et ne donnent qu'une flamme peu éclairante; en outre, il y a alors à craindre que les électrodes se soudent l'une à l'autre.

La lampe se compose essentiellement d'un tube de fer, qui sert de cheminée et d'écran, jouant le rôle de paravent; l'électrode supérieure est contenue dans une boîte qui constitue la partie inférieure de la cheminée: le mécanisme de commande comprend deux électro-aimants d'allumage, un électro-aimant série, un électro-aimant shunt de résistance; la carcasse est en cuivre et pour la détacher, il suffit d'enlever une vis.

Chaque lampe est munie d'un coupe-circuit à contacts de cuivre et de charbon, monté comme il est montré sur la figure 78; on emploie des contacts de ce genre plutôt que des contacts de charbon, parce que la production des arcs est plus difficile entre des surfaces dissemblables.

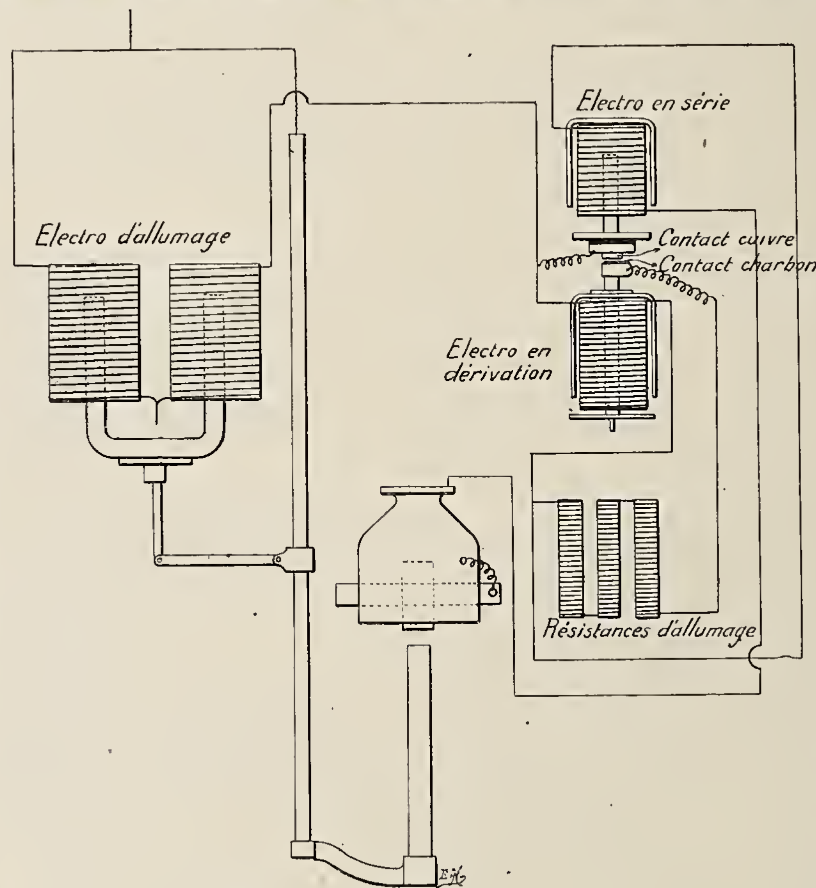


Fig. 79

Le fonctionnement est le suivant (fig. 79) : lorsque le circuit est établi, le courant agit sur les deux électro-aimants d'allumage qui amènent l'électrode négative au contact de l'électrode positive; le courant passe alors dans l'électro-aimant-série, ce qui provoque l'ouverture du circuit des électro-aimants d'allumage sur le coupe-circuit; l'électrode inférieure retombe par gravité et fait jaillir l'arc; le porte-électrode est alors retenu contre son arrêt et l'électro-aimant maintient ouvert le contact du coupe-circuit.

A mesure que l'électrode inférieure s'use, la tension sur l'arc augmente et, à un moment donné, l'électro-aimant shunt, mis en dérivation sur cet arc, reçoit un courant suffisant pour attirer son armature et déterminer la fermeture du coupe-circuit; l'électrode inférieure se relève et l'arc est rétabli à sa longueur.

L'opération est très simple et les dérangements sont pratiquement inconnus.

Le coupe-circuit absolu, placé dans le socle de la lampe, se compose de trois billes en cuivre soumises à l'action de ressorts qui les pressent l'une contre l'autre; lorsque l'on insère dans le jack la fiche du circuit de la lampe, deux des billes se pressent contre cette fiche et fournissent un contact parfaitement sûr; les billes tournant sur elles-mêmes, les surfaces de contact sont toujours bien nettes.

Le mode de montage des lampes et de l'interrupteur absolu est représenté figure 77. Comme on le voit, la lampe est installée sur un isolateur à haute tension qui l'isole de la colonne proprement dite et, ainsi que nous l'avons dit, l'interrupteur est placé dans le socle de la colonne.

L'énergie électrique est fournie par un circuit à courant alternatif à 2300 volts, 60 périodes; elle est transformée en courant continu au moyen d'une installation de conversion comprenant un transformateur du type à courant constant et un redresseur à mercure comprenant deux tubes en série.

Ce système de transformation a déjà reçu de fréquentes applications aux États-Unis et il paraît intéressant de le décrire sommairement (1).

Le transformateur à courant constant a pour objet, ainsi que son nom l'indique, de fournir à un circuit d'éclairage électrique par lampes à

(1) L. Arnold, *The Construction of Current Transformers (General Electric Review,* mars 1912, p. 175).

arc ou à incandescence en série, une tension variable, de manière que l'intensité du courant soit maintenue constante et que la charge et

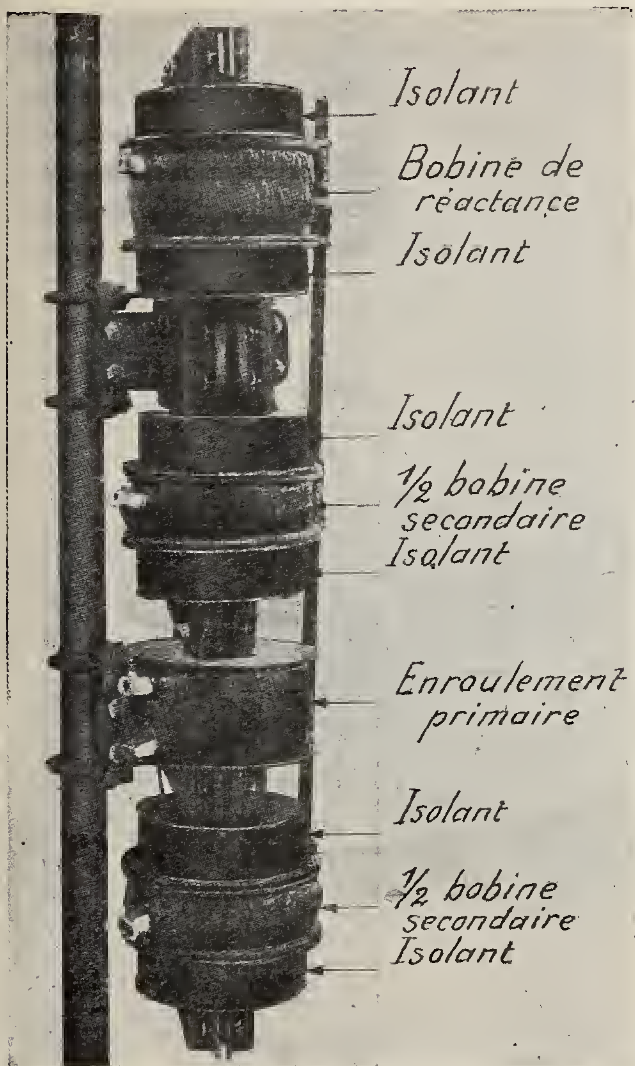



Fig. 80.

la tension soient proportionnelles l'une à l'autre; l'appareil fonctionne automatiquement et il permet donc de faire varier d'une façon quelconque le nombre de lampes en fonctionnement sur le circuit, depuis zéro jusqu'au nombre maximum, sans que l'intensité se modifie.

Ce résultat est obtenu en employant un enroulement primaire ou secondaire mobile et en l'équilibrant, par l'intermédiaire d'un système de leviers, au moyen d'un contrepoids; la distance entre les deux enroulements se règle ainsi automatiquement et avec elle la réactance du système; l'amplitude de mouvement de l'enroulement mobile atteint plusieurs dizaines de centimètres et il est aisé de comprendre que la réalisation de ces transformateurs à courant constant présente des difficultés sérieuses.

La figure 80 montre l'agencement d'un transformateur de cette espèce; l'enroulement primaire ou à haute tension y est fixe; c'est l'enroulement secondaire qui est mobile; il est relié aux anodes du redresseur; une liaison part du milieu et le relie, par l'intermédiaire d'une bobine de réactance, au circuit des lampes; cette bobine est montée sur le bâti du transformateur et elle est enfermé dans la même caisse; elle a pour objet de réduire les pulsations du courant.

On construit régulièrement aux Etats-Unis des appareils de ce genre pour 12, 25, 50 et 100 lampes en série et jusqu'à 13 000 volts, avec des fréquences de 33, 40, 50, 125, 133 et 140 périodes; le rendement de l'installation varie entre 85 et 90 0/0 et le facteur de puissance entre 65 et 70 0/0.

Quant au redresseur à mercure, qui transforme le courant alternatif en courant redressé, il est enfermé dans une cuve en fer où il est plongé dans l'huile; une circulation d'eau, dans un serpentin, en assure la réfrigération; l'allumage est assuré au moyen d'un transformateur d'excitation qui est mis hors circuit après la mise en marche.

La figure 81 représente un transformateur d'excitation, le primaire est relié à un circuit à basse tension (110 à 550 volts) et le secondaire aux anodes d'allumage du tube; une liaison est prise au milieu du secondaire pour aller à la cathode, au bas du tube.

La figure 82 donne le schéma général d'une installation de transformation et de conversion, telle que celle de New-Haven.

Dans l'ensemble, cette transformation comprend principalement les appareils suivants :

Les fusibles principaux; le transformateur à courant constant; la réactance; les deux tubes redresseurs avec leurs transformateurs d'excitation; les interrupteurs principaux commandant

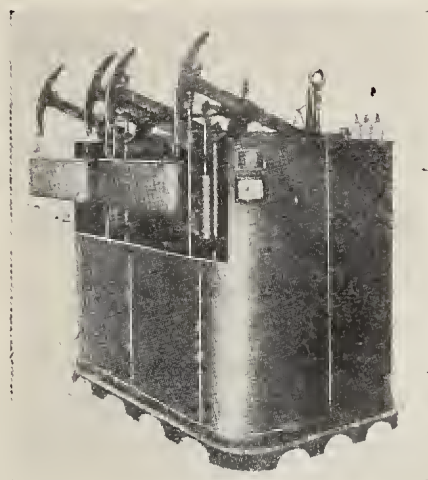


Fig. 81.

les circuits d'éclairage; des commutateurs de court-circuit; des instruments de mesure (un ampèremètre pour chaque tube); des lampes indicatrices, permettant de contrôler le fonctionnement des tubes.

Des déchargeurs électrostatiques et des parafoudres protègent le système.

Les déchargeurs mettent les tubes à l'abri des surcharges électriques excessives qui peuvent se produire dans certains cas et, particulièrement, lorsque l'on met en service des tubes froids, des tubes vieux surtout; les déchargeurs reliés entre les anodes et les cathodes consistent en intervalles de décharge ménagés entre les cornes et mis en série avec une résistance; cette résistance est elle-même shuntée par un éclateur sur lequel peut se faire la décharge si la résistance vient à être endommagée.

Les parafoudres sont montés du côté secondaire des redresseurs; on emploie des parafoudres à cornes, avec une résistance série; ils protègent l'installation non seulement contre les décharges atmosphériques, mais aussi contre les oscillations à basse fréquence qui peuvent se produire sur la ligne par suite de sa connexion avec la terre.

L'installation est contrôlée par un tableau portant les deux ampèremètres, les interrupteurs des tubes, quatre interrupteurs à fiches, primaires, quatre interrupteurs à fiches pour les circuits d'éclairage, deux interrupteurs à fiches pour la mise en court-circuit des mêmes circuits, les deux lampes.

Le groupe se présente sous l'aspect que montre la figure 83 (1).

Les rues où les nouvelles lampes ont été installées possédaient déjà les conduites nécessaires pour le placement des canalisations électriques; celles-ci sont constituées par un câble sous plomb isolé au caoutchouc; les liaisons entre la canalisation générale et la lampe s'effectuent au moyen d'un câble du même genre placé dans une conduite en fer forgé, enfouie à 0,60 m de profondeur; le circuit est établi, depuis le coupe-circuit absolu jusqu'à la lampe, au moyen d'un câble souple double, isolé au caoutchouc et recouvert d'un guipage de coton; afin que les liaisons soient toujours bien effectuées, l'un des câbles est rouge et l'autre noir.

Les supports de lampes sont espacés de 26 m

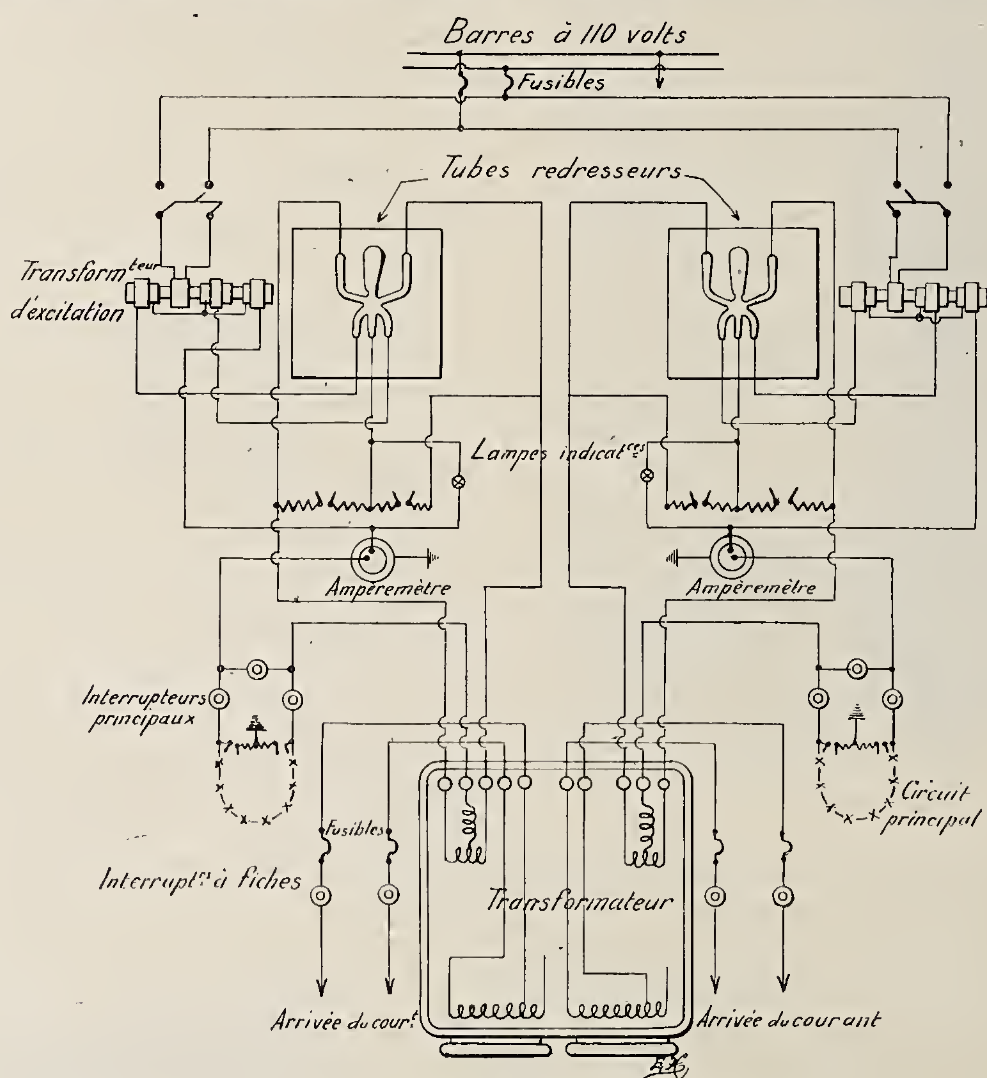



Fig. 82.

(1) General Electric Company, Series luminous arc rectifier système, *Bulletin*, n° 4620.

environ les uns des autres, de chaque côté de la rue, et ils alternent d'un côté à l'autre; ils sont établis sur un bâti de fondation en béton de 0,45 m de profondeur; 4 boulons pris dans ce bâti et retenus dans le béton par une traverse en bois servent à maintenir la colonne et à la placer dans une position bien verticale; des vis de réglage sont serrées au moyen d'une clé, par l'ouverture que présente le fût de la colonne; c'est par cette ouverture également que s'effectuent les autres opérations comme le tirage des câbles de liaison

Voici les dimensions des supports :

Fût : 45 cm de côté, 90 cm de hauteur;

Colonne proprement dite, 2,75 m de hauteur, 20 cm de diamètre à la base, 15 cm dans la partie la plus étroite et 22,5 cm au sommet.

Les supports sont peints en bronze; toutes les parties de la lampe qui sont visibles sont peintes de la même manière.

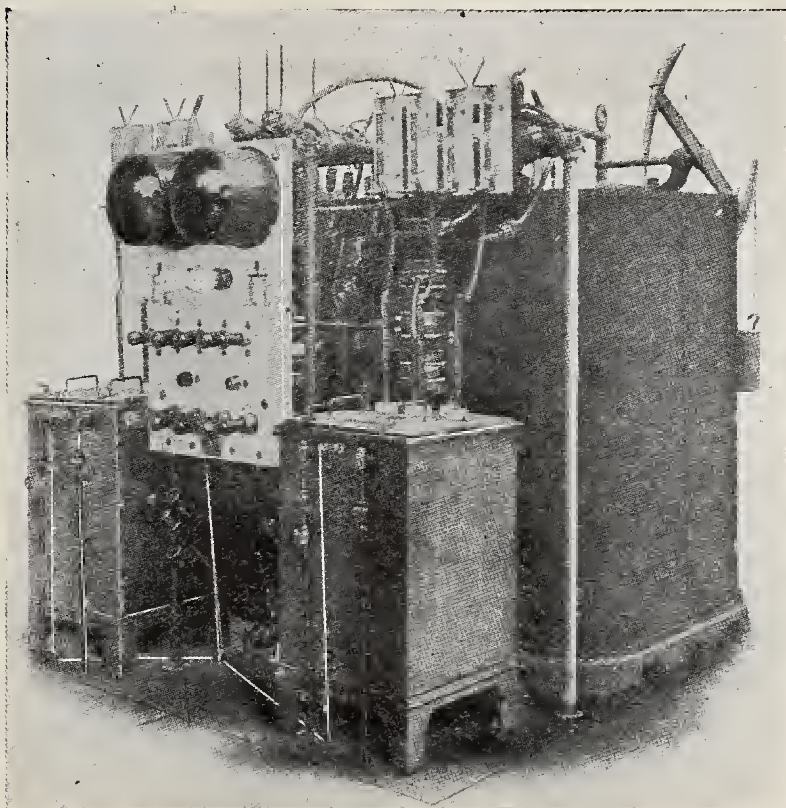


Fig 83.

Le maximum d'éclairement est obtenu sous un angle de 10 degrés approximativement en dessous de l'horizontale. Les photographies prises et les mesures photométriques effectuées ont montré que la distribution lumineuse est très avantageuse; la rue et les façades sont très uniformément illuminées; des bâtiments à neuf étages sont éclairés jusque dans les parties supérieures; ce résultat est considéré comme très avantageux, non seulement au point de vue artistique, mais aussi au point de vue utilitaire, parce qu'il donne plus de valeur aux expositions de magasins occupant les étages des bâtiments.

L'arc n'est pas visible directement dans les gros globes employés ceux-ci deviennent en quelque sorte des sources de lumière à faible éclat intrinsèque; il n'y a pas d'ombres circulaires; vues de jour, les lanternes sont fort belles (1).

H. Marchand.

# Réception de l'heure exacte et du bulletin météorolgique

## TRANSMIS PAR LA TOUR EIFFEL

Depuis l'inauguration du service d'envoi des signaux horaires par le poste de la tour Eiffel, signaux qui, maintenant, sont suivis d'un bulletin météorologique émanant du bureau central, un nombre de plus en plus grand d'observateurs cherchent à en tirer profit pour leurs besoins personnels et s'ingénient à trouver les meilleurs dispositifs pour pouvoir les saisir au passage. C'est l'horloger, dans son magasin, qui a besoin de l'heure exacte pour le réglage et la vérification de la marche de ses chronomètres; c'est le propriétaire dans son château ou le cultivateur dans sa ferme qui désirent connaître les variations atmosphériques ou l'approche des orages; c'est le marin sur son navire ou le pêcheur sur son bateau qui désirent vérifier son point en mer ou recevoir les radiotélégrammes ou signaux de détresse; c'est le maire dans sa commune ou le

(1) CAB. Halvorson, *Ornemental Luminous Arc lighting at New Haven. (General Electric Review*, avril 1912, p. 221.)

curé dans son église qui veulent donner l'heure exacte dans le village; c'est le chef de gare qui doit régler le départ de ses trains et contribuer à l'unification de l'heure sur tout le réseau, ou l'aviateur qui désire connaître la vitesse et la direction du vent avant de tenter une expérience; le voyageur qui, avant de s'embarquer, veut s'enquérir de l'état de la mer; chacun, quelle que soit la région qu'il habite, peut être aisément renseigné à domicile et à peu de frais.

En effet, la puissance du rayonnement du poste de la tour Eiffel est tel qu'il suffit d'une installation bien sommaire pour pouvoir saisir ces messages.

A Paris et dans les environs jusqu'à 25 km, une simple connexion avec une conduite de gaz ou d'eau suffit dans la plupart des cas. Dans des régions plus éloignées, quelques mètres de fil métalliques tendus au-dessus des toits ou quelques mètres de grillage suspendus au grenier, ou même simplement un long fil de 100 à 200 m traînant à terre ou le long d'un mur, constituent des collecteurs d'ondes suffisants pour impressionner un appareil sensible.

La nouvelle installation à grande puissance, en cours d'exécution dans les sous-sols de la tour Eiffel, va encore faciliter l'emploi de ses moyens. C'est afin de pouvoir faire profiter de ces avantages un plus grand nombre d'observateurs, que vient d'être créé le nouvel appareil que montre la figure 84, destiné à la réception des signaux de télégraphie sans fil et qui, grâce à son extrême sensibilité, son faible encombrement et son prix modéré, va trouver sa place dans les milieux les plus modestes.

Un détecteur très sensible, un téléphone spécialement construit pour cet usage et un dispositif d'accord d'un maniement très simple, contribuent à donner à cet appareil toutes les qualités désirables pour en faire un instrument capable de rendre les plus grands services (1).

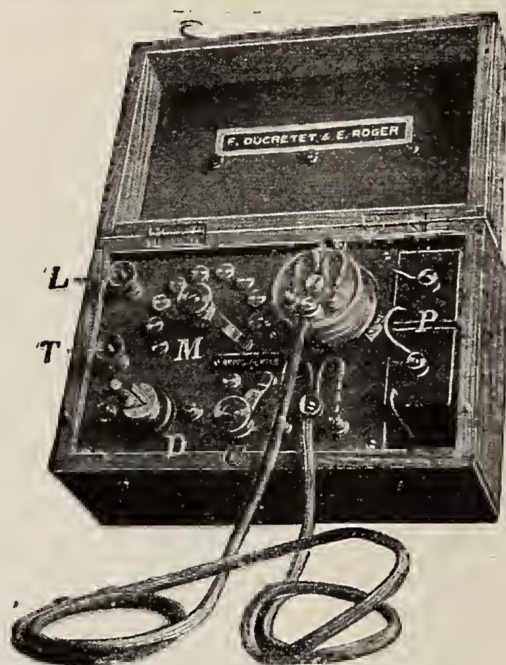


Fig. 84.

K.

# Voltmètres électro-statiques à haute tension.

Le voltmètre électrostatique à très haute tension, mis au point par l'usine Siemens et Halske, est basé sur l'attraction de deux électrodes auxquelles est appliquée la tension qu'il s'agit de mesurer. Cette attraction s'exerce au sein de l'huile et, en raison de la grande cohésion diélectrique de celle-ci, elle est plus forte que dans l'air à égalité de tension.

L'une des électrodes, sous la forme d'une feuille d'étain, est fixée à l'extérieur du vase à huile, au fond de celui-ci. L'autre électrode est un plateau à bords arrondis, suspendu, au sein de l'huile, par un ruban métallique passant à travers une poulie montée sur l'axe de l'aiguille. L'attraction mutuelle des électrodes exerce, on le voit, un couple directeur sur l'axe de l'aiguille. Celle-ci se règle sous l'action de la force antagoniste d'un ressort, d'où un ruban de bronze, passant à travers une autre poulie sur l'axe de l'aiguille, se tend pendant la rotation de ce dernier. Ce disque, loin d'être circulaire, est d'une forme telle que l'échelle reçoit des divisions sensiblement proportionnelles.

Grâce à l'emploi de l'huile, on peut choisir, sans risque de rupture, une distance relativement petite entre les électrodes. D'autre part, l'huile protège l'instrument contre les perturbations dues aux influences atmosphériques.

Afin de protéger l'instrument contre l'influence des surfaces conductrices voisines (parquets, plafonds et murs) susceptibles de modifier la forme

(1) Constructeurs : MM. F. Ducretet et E. Roger, 75, rue Claude-Bernard, à Paris.

du champ électrique, on entoure l'équipage, par le bas, d'une auge métallique communiquant avec l'électrode stationnaire inférieure. Une calotte communiquant avec l'électrode mobile protège l'équipage par le haut. Ces dispositifs de protection augmentent en même temps la force de l'équipage mobile.

Cet instrument est monté, soit sur un support isolateur en rouleaux de porcelaine, soit sur un pied en fer.

Pour les mesures de tension ordinaires, on préfère le montage isolé, quand aucun des pôles ne peut être mis à la terre. Le pied de fer est, au contraire, applicable, lorsqu'on peut mettre l'un des pôles à la terre, c'est-à-dire, par exemple, pour des mesures d'isolement.

Pour mesurer les tensions très élevées, on peut disposer en série 2 voltmètres de ce genre dont la tension, pourvu que les conducteurs extérieurs ne soient pas mis à la terre, se distribue presque uniformément sur les deux instruments. Pour éviter les surcharges, il est bon de relier le fil de connexion des deux instruments avec le milieu de l'enroulement haute tension du transformateur et de mettre le fil de connexion à la terre. C'est ainsi que 2 voltmètres à 150 000 volts disposés en série permettent de mesurer des tensions pouvant aller jusqu'à 300 000 volts.

Dans les voltmètres électrostatiques à air construits par la même usine, l'une des électrodes est formée par deux paires de quadrants fixes, entre lesquels tourne l'autre électrode sous la forme d'une ailette mobile. L'attraction s'exerçant entre les deux armatures du condensateur à air ainsi formé attire l'aile mobile dans l'intervalle compris entre les quadrants fixes. L'aiguille, fixée immédiatement à l'aile, se meut le long d'une échelle empirique.

Cet instrument s'applique directement aux tensions allant jusqu'à 10 000 volts. Pour les tensions plus élevées, on ajoute des condensateurs en série. Ces condensateurs exercent sur les voltmètres électrostatiques le même effet que la résistance insérée en série sur les voltmètres consommant du courant.

Les indications avec les condensateurs en série, en cas de courant alternatif, ne dépendent que peu de la fréquence de celui-ci; lorsqu'il s'agit de mesurer des courants continus ou des charges statiques, les condensateurs en série, en raison de leur diélectrique solide, ne sont, au contraire, guère utilisables.

Dr A. Gradenwitz.

# Manuel du Praticien.

## Les causes de dérangement des machines électriques. Leur recherche et leur réparation.

*(Suite* (1).

IV

### MOTEURS A COURANTS ALTERNATIFS

**Moteurs à courant alternatif simple.** — Ces moteurs d'induction sont sujets à de fréquents dérangements qui ont rarement pour cause un des défauts que l'on rencontre dans les alternateurs; dans la plupart des cas, le fonctionnement défectueux provient du dispositif de démarrage.

On sait que ces moteurs sont munis, indépendamment de l'enroulement fixe principal du stator qui est constamment utilisé en marche normale, d'un second enroulement auxiliaire, également fixe, qui n'est mis en circuit que pour produire le démarrage. Une fois le démarrage effectué, ce second enroulement n'est plus en circuit.

Afin de produire le décalage de phase nécessaire entre les deux courants qui circulent dans le stator, on a recours à plusieurs procédés qui font que le moteur démarre avec un courant diphasé.

Les deux principaux procédés employés à cet effet sont l'insertion d'une capacité dans le circuit principal du stator et l'insertion d'une bobine de self dans le circuit auxiliaire. On obtient encore un meilleur résultat en utilisant simultanément ces deux moyens. Ces deux modes de démarrage sont spécialement utilisés avec les moteurs à rotor en court-circuit.

Dans les moteurs à bagues, qui sont plus faciles à mettre en marche, on utilise, indépendamment de la résistance de démarrage indispensable que l'on intercale entre les bagues du rotor, soit une capacité intercalée dans le circuit

(1) Voir l'*Electricien*, tome XLIII et tome XLIV, n° 1125, page 42.

principal du stator, soit une bobine de self intercalée dans le circuit auxiliaire de ce stator.

Les causes de non fonctionnement sont généralement dues au dispositif de démarrage et, le plus souvent, à la capacité.

Ces capacités sont constituées par des récipients isolés dans lesquels sont immergées, dans une solution de potasse ou de soude caustique, des plaques de fer isolées entre elles. Le courant circule de plaque en plaque à travers le liquide. Comme la valeur de cette capacité dépend de la concentration de la solution et de sa résistance électrique qui varie suivant la quantité de liquide, il arrive que si, en hiver, le liquide se congèle partiellement et, en été, s'évapore en partie, la capacité se modifie et le moteur ne démarre pas d'une manière satisfaisante et quelquefois même ne peut se mettre en marche.

Dans ces conditions, il y a lieu de vérifier fréquemment l'état dans lequel se trouvent ces capacités, afin d'éviter tout dérangement.

En ce qui concerne les bobines de self, il n'y a pas à craindre qu'elles se modifient, aussi ce dispositif doit-il être préféré.

**Moteurs triphasés asynchrones.** — Ce genre de moteurs est le plus répandu dans l'industrie. Quant aux dérangements pouvant survenir dans les moteurs synchrones, on peut se référer aux indications données à propos des alternateurs.

Les dérangements des moteurs triphasés asynchrones sont caractérisés par les phénomènes suivants :

*a).* Echauffement exagéré du stator.

*b).* Echauffement exagéré du rotor.

*c).* Le moteur ne démarre pas.

*d).* Le moteur ne se laisse pas surcharger.

Ils peuvent aussi être sujets à d'autres dérangements qui ont été signalés à propos des alternateurs.

*a). Echauffement exagéré du stator.* — L'élévation anormale de température en certains points ne peut provenir que d'un court-circuit dans un des enroulements de phase ou d'un contact entre deux phases.

L'ampèremètre indique une intensité anormale, le moteur ronfle fortement et la puissance développée par le moteur est faible.

Il faut alors rechercher le point défectueux et le réparer.

Lorsque le stator s'échauffe d'une façon anormale dans toutes ses parties lors de la mise en court-circuit des bagues du rotor, le dérangement peut être dû à une résistance accidentelle créée dans le circuit du rotor. Le dispositif de mise en court-circuit des bagues provoque généralement le relevage des balais reliant l'enroulement du rotor au démarreur. La résistance accidentelle peut provenir de l'interposition d'un corps isolant ou d'un mauvais contact dans le dispositif de mise en court-circuit, ce qui a pour effet d'augmenter brusquement l'intensité du courant passant dans le stator, d'où échauffement anormal du moteur.

Une vérification et une réparation du dispositif de mise en court-circuit remédie à ce dérangement.

*b). Echauffement exagéré du rotor.* — Lorsque l'induit est du type à cage d'écureuil et qu'il s'échauffe d'une manière anormale, le défaut provient d'un mauvais contact des barres avec les anneaux qui les relient entre elles. Indépendamment de l'échauffement, ce dérangement est caractérisé par une baisse de puissance et un ralentissement de vitesse.

La réparation consiste à vérifier et à réparer la soudure ou la rivure des barreaux.

Lorsque le rotor est du type à bagues, le dérangement est caractérisé par le ronflement du moteur lors du démarrage et est dû généralement à un court-circuit dans son enroulement. On recherche le court-circuit et on le répare.

*c). Le moteur ne démarre pas.* — Ce dérangement peut provenir de plusieurs causes :

1° Rupture du circuit de l'une des phases. Il est facile de s'en assurer en essayant chaque phase à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre ou d'une sonnerie. La réparation de la rupture, une fois le point défectueux trouvé, doit être confiée à un ouvrier expérimenté.

2° Les intensités du courant sont différentes dans les trois phases, ce dont il est facile de s'assurer au moyen d'un ampèremètre. Ce défaut ne peut se produire qu'à la première mise en marche, soit après la construction, soit après une réparation. Le dérangement provient d'une erreur de connexion, les extrémités d'une des phases ayant été interverties. L'examen du schéma de bobinage permet de trouver le point défectueux; il suffit alors de modifier les connexions.

3° Pas de symptômes. Dans ce cas, le dérangement peut provenir de l'appareil de démarrage qu'il faut alors vérifier. Il arrive quelquefois aussi que l'on oublie d'ouvrir le dispositif de mise en court-circuit, et, dans ce cas, le moteur ronfle fortement, l'intensité du courant est exagérée et le moteur chauffe fortement. Une manœuvre correcte suffit pour supprimer ce dérangement.

Il peut également se produire un manque de démarrage par suite d'un rotor mal centré qui

frotte contre le fer du stator; défaut facile à réparer.

Les moteurs diphasés et triphasés peuvent démarrer sans l'emploi de dispositifs spéciaux.

*d). Le moteur ne se laisse pas surcharger et se dérange facilement.* — Le défaut provient d'une tension trop faible du courant d'alimentation, ce qu'il est facile de constater à l'aide d'un voltmètre.

Ce dérangement peut aussi provenir d'une erreur de montage, les trois phases étant montées en étoile au lieu d'être montées en triangle. La plupart des constructeurs prévoient pour leurs moteurs triphasés un stator monté en étoile; il arrive cependant, surtout pour des tensions de 110 volts, que le stator soit calculé pour un montage en triangle, d'autant plus que le même stator peut être utilisé en triangle sous 110 volts, et en étoile pour 190 volts. Si le moteur monté en triangle est disposé en étoile par erreur, il démarre, s'il n'est pas trop chargé, mais son glissement est considérable et il cale à demi-charge.

# Documents administratifs.

## Décret relatif à la sécurité des travailleurs dans les établissements utilisant des courants électriques.

MINISTÈRE DU TRAVAIL
ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre du travail et de la prévoyance sociale,

Vu l'article 3 de la loi du 12 juin 1893, modifiée par la loi du 11 juillet 1903, ainsi conçu :

« Des règlements d'administration publique, rendus après avis du comité consultatif des arts et manufactures, détermineront :

« 1° . . . . . . . . . . . . . . . . . . »

« 2° Au fur et à mesure des nécessités constatées, les prescriptions particulières relatives, soit à certaines industries, soit à certains modes de travail »;

« . . . . . . . . . . . . . . . . . . . »

Vu le décret du 11 juillet 1907 sur la sécurité des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Les dispositions ci-après sont ajoutées à l'article 13 du décret du 11 juillet 1907 :

« Ils (les chefs d'industrie, directeurs ou gérants) sont en outre tenus, dans chacune des salles contenant des installations de la deuxième catégorie, de placer et de tenir prêts à servir, pour parer aux accidents électriques, des crochets à manches isolants et un tabouret de bois verni avec pieds terminés par des pièces de porcelaine ou de verre. »

Art. 2. — Le ministre du travail et de la prévoyance sociale est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Rambouillet, le 13 août 1912.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

*Le ministre du travail et de la prévoyance sociale,*

Léon Bourgeois.

***

## Arrêté du Ministère du travail et de la prévoyance sociale relatif à la sécurité du personnel des installations électriques.

Le ministre du travail et de la prévoyance sociale,

Vu l'article 13 du décret du 11 juillet 1907, concernant la sécurité des travailleurs des établissements qui mettent en œuvre des courants électriques,

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures,

Arrête :

*Article unique.* — L'instruction sur les premiers soins à donner aux victimes des accidents électriques que les chefs d'industrie, directeurs ou gérants sont tenus d'afficher dans un endroit

apparent des salles contenant des installations électriques de la deuxième catégorie est rédigée comme suit :

*Instructions sur les premiers soins à donner aux personnes victimes d'accidents électriques.*

Soustraire le plus rapidement possible la victime aux effets du courant en se conformant rigoureusement aux prescriptions ci-dessous indiquées pour ne pas s'exposer personnellement au danger.

Nota. — L'humidité rend le sauvetage particulièrement dangereux.

*Tension de première catégorie* (1).

Ecarter immédiatement le conducteur de la victime, en prenant la précaution de ne pas se mettre en contact direct ou par l'intermédiaire d'un objet métallique avec le conducteur sous tension.

*Tension de deuxième catégorie inférieure à 6000 volts* (entre conducteurs).

Tenter de supprimer le courant, s'efforcer de délivrer la victime du contact dangereux.

A. — Un fil est tombé sur le sol et touche la victime.

*Ecartement des fils.* — Sans toucher la victime, écarter le fil avec les crochets à manches isolants prévus par le dernier paragraphe de l'article 13 du décret du 13 juillet 1907 modifié (2); ces crochets ne doivent pas être humides.

Se placer sur le tabouret de bois verni avec pieds terminés par des pièces de porcelaine ou de verre, tabouret prévu par le dernier paragraphe de l'article 13 du décret du 11 juillet 1907 modifié (3).

*Déplacement et dégagement de la victime.*

S'il est plus facile de déplacer la victime que d'écarter les fils, le faire en observant exactement les mêmes précautions.

(1) Tensions de première catégorie : courants alternatifs : moins de 150 volts; courants continus : moins de 600 volts.

(2) A défaut de ces crochets, se servir de bâtons, de cannes ou d'outils à manches isolants, ces objets ne devant pas être humides.

(3) A défaut de ce tabouret, construire un tabouret isolant de fortune en disposant sur le sol des planches, sur lesquelles on place des isolateurs ou, à défaut, des objets solides très isolants (bouteilles vides, bols en faïence, etc.), le tout surmonté par de nouvelles planches aussi sèches que possible.

Dans toutes ces opérations, éviter que le fil ne vienne toucher le visage ou d'autres parties nues du corps.

B. — La victime est suspendue.

Supprimer le courant, prévoir la chute du blessé, préparer sur le sol : matelas, bottes de paille, etc.

*Tension supérieure à 6000 volts* (entre conducteurs).

Supprimer le courant.

Si l'on ne peut supprimer le courant, le sauvetage sera toujours très dangereux.

Isoler le sauveteur à la fois du côté du courant et du côté de la terre; employer les crochets à manches isolants prévus par le dernier paragraphe de l'article 13 du décret du 11 juillet 1907 modifié (1).

Se placer sur le tabouret de bois verni avec pieds terminés par des pièces de porcelaine ou de verre, tabouret prévu par le dernier paragraphe de l'article 13 du décret du 11 juillet 1907 modifié (2).

Dans tous les cas, prévenir un médecin.

*Premiers soins à donner en attendant l'arrivée du médecin.*

Donner à la victime, dès qu'elle a été soustraite aux effets du courant, les soins ci-après indiqués, même dans le cas où elle présenterait les apparences de la mort.

Transporter d'abord la victime dans un local aéré où on ne conservera qu'un très petit nombre d'aides : trois ou quatre, toutes les autres personnes étant écartées.

Desserrer les vêtements et s'efforcer, le plus rapidement possible, de rétablir la respiration et la circulation.

Pour rétablir la respiration, on peut avoir recours principalement aux deux moyens suivants : la traction rythmée de la langue et la respiration artificielle.

Commencer toujours par la méthode de la traction de la langue en appliquant en même temps, s'il est possible, la méthode de la respiration artificielle.

(1) A défaut de ces crochets, se servir d'outils à manches très isolants ou munis de poignées en porcelaine ou en verre.

(2) A défaut de ce tabouret, construire un tabouret isolant de fortune en disposant sur le sol des planches, sur lesquelles on place des isolateurs ou, à défaut, des objets solides très isolants (bouteilles vides, bols en faïence, etc.), le tout surmonté par de nouvelles planches aussi sèches que possible.

Chercher concurremment à ramener la circulation en frictionnant la surface du corps, en flagellant le tronc avec les mains ou avec des serviettes mouillées, en jetant de temps en temps de l'eau froide sur la figure, en faisant respirer de l'ammoniaque ou du vinaigre.

1° Méthode de la traction rythmée de la langue :

Ouvrir la bouche de la victime et, si les dents sont serrées, les écarter en forçant avec les doigts ou avec un corps résistant quelconque : morceau de bois, manche de couteau, dos de cuiller ou de fourchette, extrémité d'une canne, etc., etc.

Saisir solidement la partie antérieure de la langue entre le pouce et l'index de la main droite, nus ou revêtus d'un linge quelconque, d'un mouchoir de poche par exemple (pour empêcher le glissement) et exercer sur elle de fortes tractions répétées, successives, cadencées ou rythmées, suivies de relâchement, en imitant les mouvements rythmés de la respiration elle-même, au nombre d'au moins vingt par minute.

Les tractions linguales doivent être pratiquées sans retard et avec persistance durant une demi-heure, une heure et plus, s'il le faut, sans se décourager.

2° Méthode de la respiration artificielle :

Coucher la victime sur le dos, les épaules légèrement soulevées, la bouche ouverte, la langue bien dégagée.

Saisir les bras à la hauteur des coudes, les appuyer assez fortement sur les parois de la poitrine, puis les écarter et les porter au-dessus de la tête en décrivant un arc de cercle; les ramener ensuite à leur position primitive en pressant sur les parois de la poitrine.

Répéter ces mouvements environ vingt fois par minute, en continuant jusqu'au rétablissement de la respiration naturelle, rétablissement qui peut demander quelquefois plusieurs heures.

Paris, le 19 août 1912.

*Le ministre du travail*
*et de la prévoyance sociale,*

Léon Bourgeois.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## FORCE MOTRICE

### Distribution d'énergie électrique au Transvaal.

Les remarquables progrès que l'on réalise dans le district minier du Rand relativement à la distribution électrique de l'énergie, ont été détaillés, le 8 août dernier, à Londres, au Congrès annuel de la Victoria Falls and Transvaal Power C°. Le marquis de Winchester, l'administrateur délégué, annonce d'abord qu'en comptant les récentes souscriptions, le capital engagé dans cette entreprise atteint le chiffre de 6 millions de livres (150 millions de fr). Le bilan dénote un bénéfice annuel de 323 094 livres provenant de la vente d'énergie par les deux stations de Brakpan et de Simmerpan et des intérêts que la Compagnie possède dans la Rand Mines Power Suply C°.

La Victoria Falls C° distribue environ 52 000 ch et la Rand Mines Power C°, 67 000 ch, sans compter 66 000 ch en air comprimé, ce qui représente un total de 185 000 ch. Quand toutes les extensions prévues seront achevées, les deux compagnies auront une puissance totale de 232 000 ch.

Pendant cette année, la station de Rosherville a mis en service son matériel générateur électrique et à air comprimé et la vente d'énergie de cet ensemble constitue l'une des plus grandes entreprises du monde entier. La nouvelle station de Vereeniging va déjà être doublée et comportera quatre groupes de chacun 15 000 ch; ces groupes seront complets au commencement de 1913. Au début de la mise en service des stations de Brakpan, de Simmerpan et de Rosherville, on a éprouvé certaines difficultés de fonctionnement pendant la saison des orages, mais, maintenant, ces troubles ont cessé surtout pour les deux premières stations qui fonctionnent maintenant en tout temps sans interruption. Le marquis de Winchester fait observer à ce sujet que lorsque l'on met en service commercial des groupes dépassant les puissances normales ordinairement employées, on doit compter avec la pratique et l'expérience et ce n'est qu'au bout de quelque temps que l'on peut acquérir ces deux qualités et obtenir un fonctionnement parfait.

L'application d'une distribution d'énergie sous forme d'air comprimé n'avait pas encore été établie telle qu'on l'a adoptée dans le district du Rand, d'autant plus que l'unité de travail en air comprimé exige une plus grande dépense de capitaux que l'unité d'électricité. Cependant, les résultats ont été accueillis favorablement par les abonnés de la Rand Mines Power C° et les demandes d'énergie sous cette forme ont aug-

menté d'une manière considérable depuis les débuts.

On s'est ensuite occupé de l'utilisation des chutes Victoria, toutes les stations existantes consomment du charbon, mais on ne prévoit pas d'adaptation sérieuse d'ici quelques années. Cela dépend d'ailleurs beaucoup des demandes d'énergie qui se produisent dans le voisinage. — A.-H.-B.

### Un accident avec moteur Diesel.

Un accident qui a vivement attiré l'attention des ingénieurs des stations d'énergie en Angleterre est survenu en juillet dernier à la station génératrice d'électricité de Bray, en Irlande, par suite de l'explosion d'un moteur Diesel, tuant un homme et blessant si sérieusement M. Sowter, l'ingénieur en chef (dont une étude sur les moteurs Diesel a justement été résumée dans l'*Electricien*, n° du 1er juin 1912, p. 347), qu'on a du l'amputer des deux pieds. Plusieurs experts furent immédiatement requis en vue d'une enquête minutieuse et rendirent un compte exact de l'explosion, qui est un cas unique, à la municipalité qui est propriétaire de la station. M. Mac Donnell qui était alors ingénieur-adjoint et qui, maintenant, remplace M. Sowter, en attendant son rétablissement, expliqua, qu'étant donné une détérioration du démarreur à air, on employa un cylindre d'oxygène ainsi que le prescrivent, d'ailleurs, les instructions données par le constructeur, ce gaz fut envoyé dans le compresseur où la pression s'éleva de 350 livres à 700 livres par pouce carré. M. Mac Donnell mit le moteur en marche, mais il ne lui sembla pas fonctionner parfaitement et avant qu'il ait eu le temps de rechercher et d'en découvrir la cause, la soupape d'admission sauta, une flamme jaillit tout le long du tuyau jusqu'au compresseur qui fit également explosion. Or, il n'y a, pour ainsi dire, rien d'étrange dans l'emploi de l'oxygène qui est prévu par les constructeurs du moteur Diesel. M. Mac Donnell montre que dans les cas ordinaires de fonctionnement il ne peut se produire de mélange détonnant et que, selon lui, la répétition d'une explosion semblable est impossible. D'après les autres experts (MM. Lilly et Ross), l'emploi de l'oxygène pur est dans ce cas absolument dangereux; la rupture du cylindre d'admission indique que l'explosion fut instantanée et causée par une élévation de pression énorme. Ils attribuent cette explosion à un mélange d'oxygène pur avec des vapeurs de pétrole qui auraient pénétré dans ce cylindre. Tel fut également l'avis de l'ingénieur délégué de la compagnie d'assurance intéressée. D'ailleurs, l'examen ne révéla aucun défaut de construction, pouvant expliquer nettement l'explosion. Le rapport conclut à un cas absolument unique et ne peut imputer la faute à personne. — A.-H.-B.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Développement des industries électrochimiques et électrométallurgiques au Canada.

D'une étude publiée par M. C. Dushmann, dans l'*Electrician*, sur la question ci-dessus, nous détachons les passages suivants :

« Les fortes disponibilités hydrauliques et les importants gisements de minerai existants au Canada ont rendu, de bonne heure, possible le développement de l'industrie électrochimique de ce pays. La plus ancienne fabrique de carbure de calcium a été édifiée à Merriton (Ontario) dès 1897 et deux entreprises ont produit, de 1905 à 1909, 2500 tonnes de carbure par an.

« La fabrication du fer et de l'acier, dans le four électrique, est assurée par deux entreprises, sans parler d'une grande installation expérimentale existant à Sault-Sainte-Marie. La compagnie « Electrometall » possède actuellement, aux chutes du Niagara, quatre fours, chacun de 1500 ch, qui produisent chacun de 5 à 8 tonnes d'acier par jour.

« La compagnie « American Cyanamid » a établi, en 1910, une usine qui applique le procédé « Frank et Caro » et a une production annuelle de 10 000 tonnes.

« En outre, l'industrie électrolytique des alcalis (soude caustique et chlorure de chaux), l'affinage électrolytique de l'or sont en voie de développement.

« Un des plus grands établissements électrométallurgiques est celui de la compagnie « Nor-« thern Aluminium », situé aux chutes Shawinigan et disposant d'une puissance de 25 000 ch, qui produit jusqu'à 25 tonnes d'aluminium par jour.

« Des mêmes chutes, une fabrique de carbure, possédant huit fours d'une puissance totale de 7500 ch, tire l'énergie électrique suffisante pour sa production, qui est de 25 tonnes de carbure chaque jour.

« Le Canada possède environ 16 500 000 ch en énergie hydraulique pouvant être électriquement mise en valeur, dont presque 1 million de ch dans la seule province d'Ontario. » — G.

## LAMPES

### Modifications de structure des filaments métalliques par leur usage.

Le filament de métal de la lampe électrique moderne à incandescence devient très fragile et se brise très facilement après avoir servi. Dans beaucoup de cas, la vibration occasionnée par le transport ou l'ébranlement causé par le nettoyage des ampoules, suffisent pour briser le filament et

mettre la lampe hors d'usage. Le peu de durée des lampes à filaments métalliques dû à ce défaut ne leur permet pas d'acquérir une très grande extension, mais, depuis l'introduction du filament en fil de métal étiré, le trouble qui en résulte a été considérablement réduit sans toutefois être supprimé. Récemment, ce trouble causé par la fracture du filament de métal conduisait l'auteur à examiner les filaments au microscope avec l'idée de déterminer, si possible, la raison de leur diminution de résistance mécanique. Il a été établi que le changement dans l'apparence du filament est très défini et qu'il doit être considéré comme étant en relation étroite avec l'état des autres substances sous l'influence de la chaleur.

Il existe de nombreux corps dont les propriétés utiles dépendent de leur existence matérielle dans un état non cristallin. Le verre, par exemple, est physiquement un liquide supérieurement refroidi, c'est-à-dire un fluide refroidi au-dessous de son point de solidification, et les propriétés intéressantes du verre dépendent de son état dans cette condition. Quand le verre est chauffé à une température voisine de son point de fusion ou plutôt de son point d'amollissement et qu'il demeure soumis à cette influence pendant un temps prolongé, il se dévitrifie, ou, en d'autres termes, il passe par l'état cristallin et cesse d'être du verre quant à toutes les propriétés qui le rendent si précieux dans les arts.

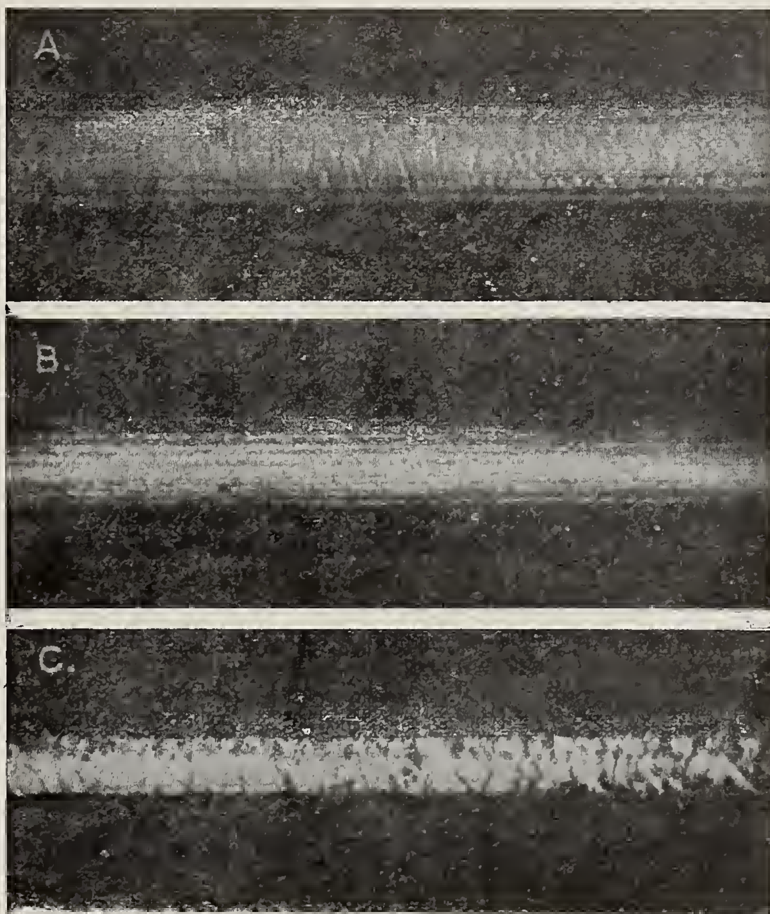


Fig. 85.

D'ailleurs, quand les métaux sont fondus à une température supérieure à leur point de fusion et qu'ils sont ensuite lentement refroidis, ils prennent un état cristallin. Quelquefois, l'apparence cristalline est visible à l'œil nu comme dans le cas du zinc, de l'antimoine, du bismuth, etc., et surtout quand on brise la barre fondue du métal considéré; mais, dans d'autres cas, il faut en développer la structure sur une surface polie par le moyen d'un mordant approprié, et en examiner la surface au microscope.

Quand un jet de métal est soumis à un travail de laminage ou qu'il est étiré en fil, il se produit une distorsion du cristal. En le roulant en baguette ou en l'étirant en fil, les cristaux sont allongés et une section polie perpendiculaire à la direction du travail laisse voir une apparence fibreuse qui n'est autre que la section transversale d'un certain nombre de cristaux étirés, tandis qu'une section parallèle à la direction du travail ne présente plus qu'un cristal comprimé. Si une pièce de métal martelé est chauffée, les effets de ce travail sont détruits et sa rigidité est diminuée. Le métal est recuit et, si les sections polies semblables à celles ci-dessus sont examinées, on voit que la structure se rapproche de celle de la fonte. La similitude est plus grande quand la longueur du métal chauffé est plus importante ou quand la température à laquelle il est soumis est plus élevée. La cristallisation du métal a lieu à des températures considérablement éloignées de son point de fusion parce qu'un recuit se produit qui entraîne une nouvelle disposition des cristaux à des températures relativement basses. Quelques métaux, qui reçoivent des applications très étendues comme matériaux résistants, notamment le fer, le nickel et beaucoup d'alliages de nickel, subissent un double changement quand on les chauffe. Un fil de nickel fortement étiré, par exemple, peut être amolli en le chauffant à une température d'environ 750 à 800° C, et le métal peut ensuite être travaillé comme tout autre métal recuit. Si, toutefois, le métal est ensuite chauffé pendant un temps prolongé comme cela a lieu lorsqu'on fait des bobines de résistance ou des bobines d'échauffement, un changement se produit dans la structure du métal qui devient finalement à peu près aussi fragile que du verre. L'auteur, dans une expérience, maintint un rouleau de nickel pur à une température de 800° C par le passage d'un courant électrique; et, après un échauffement de 80 à 90 heures, le fil de

nickel devint si fragile qu'il pouvait être pulvérisé dans un mortier. Dans ce cas, on a remarqué que la transformation s'effectuait plus promptement dans une atmosphère d'azote, ce changement étant probablement accéléré par la formation et la décomposition alternées d'un produit azoté. On n'a trouvé aucune détérioration analogue dans un filament semblable quand il était chauffé dans une atmosphère d'oxyde de carbone, même quand il était soumis à la chaleur pendant plusieurs semaines. L'accroissement de fragilité des filaments des lampes électriques après usage a suggéré l'idée qu'il se produisait des changements analogues aux précédents et qu'ils étaient favorisés par la température élevée à laquelle les filaments travaillaient. On examina un certain nombre de filaments de lampes tant neuves qu'usagées, et on en photographia l'image grossie. Les lampes étaient construites par trois maisons bien connues, et elles étaient montées avec des filaments étirés et pressés. Pour la photographie, les filaments étaient éclairés sur le porte-objet du microscope par un éclairage vertical constitué par une lampe Nernst comme source de lumière. Les photographies reproduites A et B montrent l'apparence que présentent les filaments étirés avant l'usage, des marques teintées sont visibles, et A fait voir qu'une structure cristalline commence à se développer. C, qui représente un filament pressé, montre beaucoup plus de cristallisation que l'un ou l'autre des filaments A et B; et, d'après cette apparence, il est évident que C est inférieur comme rigidité à A et B, toujours en ce qui concerne le filament encore non utilisé. Il faut cependant avoir présent à l'esprit que ces filaments ont été le plus probablement fondus pendant quelque temps quand ils étaient éprouvés avant de quitter les mains de l'ouvrier; mais l'essai qu'ils ont subi a été de courte durée, et la structure figurée dans les photographies A, B et C peut être prise comme la représentation de la structure du filament primitif avant que le changement causé par l'usage ne se soit produit.

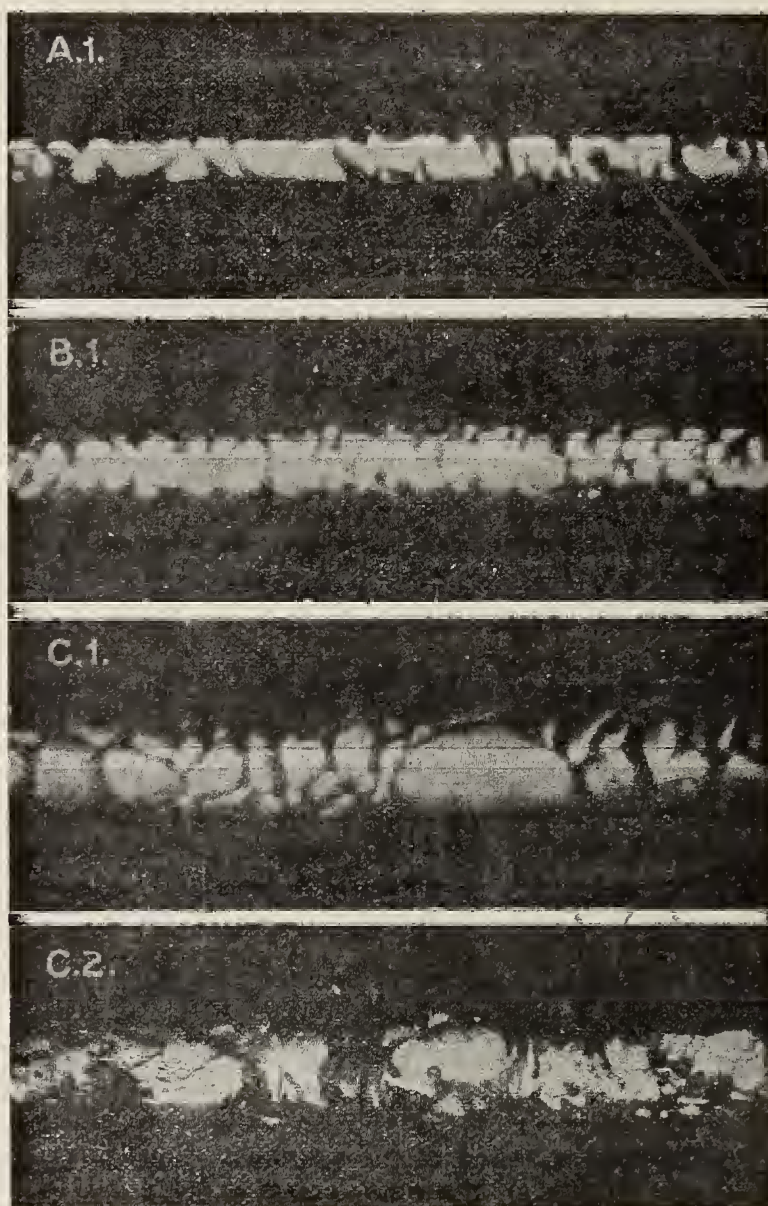



Fig. 86.

L'apparence des filaments usagés est tout à fait différente de celle des filaments précédents. Les marques teintées ont disparu et les filaments sont devenus complètement cristallins, quelques cristaux étant maintenant comparativement de grande taille. $A_1$ et $B_1$ montrent le changement survenu dans la structure des filaments A et B après trois mois d'usage. $C_1$ montre la structure d'un filament pressé après une même période de fonctionnement et $C_2$ est la photographie d'un filament pressé après dix-neuf mois d'usage environ. Dans cet exemple, la cristallisation était arrivée à un plus haut degré d'extension que dans l'autre cas et le filament avait l'apparence d'un fil avec une série de nœuds disposés dessus. Le verre de l'ampoule n'était que légèrement noirci, mais le filament était extrêmement fragile et incapable de résister sans fracture aux plus faibles chocs. Il est évident qu'après usage, le filament étiré, comme le filament pressé, se cristallise entièrement et il ne semble pas pratiquement y avoir une différence entre les deux dans leur rigidité. Comme principe purement théorique, l'avantage que présente un filament étiré par rapport à un filament pressé, est le degré auquel la cristallisation a lieu dans les deux fils. Il a été

démontré par les recherches d'Ostwald, Lehmann, Miers et autres que le degré de cristallisation dépend de la grosseur du noyau de la cristallisation; il en résulte que le filament étiré ayant un plus petit noyau de cristallisation, cristallisera plus lentement qu'un filament pressé qui a un noyau relativement plus gros. De plus, il peut se faire que les traces de gaz qui se sont développées durant le fonctionnement de la lampe aient pu accélérer les changements, le gaz opérant catalytiquement ou par voie de formation et de décomposition alternative d'un composé entre le gaz et le métal. Quand la cristallisation s'est une fois produite, il ne semble pas y avoir de différence dans la rigidité entre les filaments étirés et pressés. Le bénéfice net possible en faveur des filaments étirés est une augmentation de cette rigidité du fil qui facilite la fabrication, réduit la casse pendant les manipulations et le transit, ainsi que le temps assez long exigé par le filament étiré pour arriver à l'état cristallin qui le rend extrêmement fragile. Ce dernier gain ne paraît pas devoir être obtenu à aucun degré sur les circuits à courants alternatifs. Cependant cette remarque n'est pas évidente *a priori* et, pour cette élucidation, des investigations ultérieures sont nécessaires. — L. C.

## TRACTION

### La traction électrique sur les grandes voies ferrées des pays scandinaves.

De même qu'en Suède, on se dispose à tenter en Norvège, suivant une information de l'*Elektrotechnische Anzeiger*, l'électrification des chemins de fer de plein exercice. La première ligne dotée de la traction électrique doit être, d'après le projet soumis au Storthing par le gouvernement norvégien, celle de Christiania à Drammen, d'un développement de 53 km. La dépense, y compris les frais nécessaires pour l'établissement d'une voie normale, doit s'élever à environ 23 750 000 fr, soit une augmentation de 3 750 000 fr sur la somme qu'exigerait l'aménagement du service à vapeur. D'autre part, on prévoit une augmentation des recettes annuelles avec le service électrique, d'à peu près 187 500 fr. Mais comme l'énergie électrique nécessaire doit être empruntée au début à l'usine hydraulico-électrique privée de Kykkelsrud, située dans le voisinage du fjord de Christiania, et que la même énergie sera fournie, dans quelques années, par des chutes d'eau appartenant en propre à l'Etat, on prévoit une augmentation des recettes nettes encore plus accentuée. L'électrification de la ligne Christiania-Drammen constitue le premier essai important dont l'issue satisfaisante entraînera la rapide électrification d'autres grandes voies ferrées en Norvège, car on apprécie de plus en plus, dans ce pays, l'inconvénient d'avoir à dépendre complètement de l'étranger pour l'alimentation en charbon, alors que les ressources hydrauliques nationales suffisent largement pour donner à tous les chemins de fer l'énergie électrique nécessaire.

En Suède, l'électrification du chemin de fer de Laponie, actuellement en cours, constitue une expérience de premier ordre. La construction de la station centrale de la chute de Porjus et les autres travaux, exécutés en commum par une entreprise allemande et une entreprise suédoise, sont déjà fort avancés. Ces travaux une fois achevés, la ligne en question, qui entraînera une dépense de 30 millions de fr, présentera des particularités intéressantes, étant donné qu'elle dessert des régions fort élevées au dessus du niveau de la mer où les difficultés naturelles abondent.

On doit en outre procéder incessamment à l'électrification du chemin de fer de Stockholm au Saltsjö. — G.

# Bibliographie

**Théorie et calcul des phénomènes électriques de transition et des oscillations**, par Ch.-Pr. Steinmetz, traduit par P. Bunet. Un volume, format 24 × 16 cm, de x-578 pages avec 102 figures. Prix broché : 22 fr. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Le travail de M. Steinmetz doit son origine à un cours professé à l' « Union University ». Il renferme l'étude des phénomènes qui n'ont été que rarement traités dans les livres, mais qui ont acquis une telle importance que leur connaissance est nécessaire à tout ingénieur-électricien.

Lorsque des centaines de kilomètres de circuits à haute et moyenne tension, de lignes aériennes et de câbles souterrains se trouvent reliés, les phénomènes de capacité distribuée, les effets des courants de charge des lignes et des câbles commencent à prendre une telle importance qu'ils nécessitent une étude approfondie. Certains de ces phénomènes qui n'avaient qu'un pur intérêt scientifique, comme la distribution inégale du courant alternatif dans les conducteurs, la vitesse finie de propagation du champ électrique, etc., méritent maintenant un grand intérêt de la part de l'ingénieur-électricien, car ils se trouvent dans la résistance du rail de retour des chemins de fer monophasés, dans l'impédance effective opposée aux décharges de la foudre dont dépend la sécurité du réseau entier, etc.

La caractéristique de tous ces phénomènes est qu'ils

sont des fonctions transitoires de la variable indépendante, temps ou distance, c'est-à-dire qu'ils décroissent avec l'accroissement de la variable indépendante, d'une manière graduelle ou oscillatoire, depuis zéro jusqu'à l'infini, tandis que les fonctions représentant l'écoulement du régime d'énergie électrique sont des constantes ou des fonctions périodiques.

Tandis que les phénomènes des courants alternatifs sont représentés par la fonction périodique du temps, sinus et ses harmoniques, la plupart des phénomènes transitoires amènent à une fonction qui est le produit de termes exponentiels et trigonométriques pouvant être appelée une fonction oscillatoire avec ses harmoniques.

Une seconde variable, la distance, entre aussi dans certains phénomènes, tandis que la théorie du courant alternatif, phénomènes ou appareils, se traite ordinairement avec le temps comme seule variable indépendante que l'on peut éliminer par le poids de la quantité complexe, on a dû souvent traiter dans ce volume des fonctions de temps et de distance. Cela amène donc à considérer des fonctions alternatives et des fonctions transitoires de temps et de distance.

Les fonctions transitoires du temps sont étudiées dans la première section de cet ouvrage; dans la deuxième section, on traite les phénomènes transitoires périodiques qui ont pris une certaine importance industrielle dans les redresseurs, certains régulateurs, etc. La troisième section donne la théorie des phénomènes alternatifs en temps et transitoires en distance; la quatrième et dernière partie a trait aux phénomènes transitoires en temps et distance.

# Nouvelles

## Congrès international d'électricité à Chicago en 1915.

D'après l'*Electrical World*, le Comité d'organisation vient de déterminer la classification des travaux qui seront répartis dans les sections suivantes :

1° Éclairage et illumination, comprenant tous les genres d'éclairage, les radiations électriques, etc.;

2° Production, transmission et distribution de l'énergie électrique comprenant les installations hydraulico-électriques, les usines génératrices à vapeur, les transformateurs, les sous-stations, etc.;

3° La traction électrique et les voitures automotrices électriques;

4° La commande électrique avec les applications des moteurs électriques à l'industrie;

5° Études économiques, facteurs de charge, facteurs de puissance et tous problèmes relatifs à l'économie de la distribution de l'énergie électrique ainsi que les règlements relatifs aux services publics, etc.;

6° Machines, transformateurs et applications;

7° Télégraphie et téléphonie ainsi que toutes transmissions de signaux par fils;

8° Télégraphie et téléphonie sans fil ainsi que tous systèmes de transmission d'ondes électromagnétiques sans fil;

9° Électrochimie et électrométallurgie ainsi que les fours électriques;

10° Instruments et méthodes de mesure;

11° Dispositifs de protection et phénomènes se rapportant aux hautes tensions;

12° Divers.

* * *

## Semaine agricole et viticole de l'Est de la France.

L'Association française de motoculture et le Comice agricole de l'arrondissement de Reims organisent à Reims, du 19 au 27 octobre prochain, une semaine agricole et viticole qui comportera une série de manifestations du plus haut intérêt, tant pour les agriculteurs que pour les viticulteurs et les horticulteurs :

1° Un concours international de motoculture qui aura lieu dans un vaste champ situé boulevard Dauphinot et qui permettra à de nombreux constructeurs de faire des expériences pratiques de tracteurs, charrues à moteur, laboureuses, piocheuses, bineuses, houes automobiles, etc.;

2° Une Exposition de machines, moteurs, instruments et produits divers pour l'agriculture, la viticulture, l'horticulture, l'élevage et les industries agricoles;

3° Le 1er Congrès international d'électroculture qui étudiera l'influence de l'électricité atmosphérique et dynamique sur la nitrification du sol, sur les engrais, sur le pouvoir germinatif des graines et sur la végétation des plantes; son action sur les microbes et les insectes; le traitement électrique et électrochimiques des maladies parasitaires et cryptogamique; le forçage électrique; l'influence de la lumière électrique sur les plantes et les fleurs; les niagaras électriques et les paragrêles; ajoutons qu'il sera présenté des appareils ayant servi aux expériences et qu'une section d'électroculture sera organisée à l'exposition.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Association française de motoculture, 58, boulevard Voltaire, à Paris.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

*Le Gérant :* L. DE SOYE.

# Rhéostat liquide pour élévateur de mine.

On n'ignore pas que, dans les installations européennes, il n'est pas fait, comme aux Etats-Unis, un aussi grand usage du moteur d'induction ou asynchrone pour l'actionnement de grosses machines, comportant des variations de charges que l'on considérerait généralement chez nous comme excessives pour l'utilisation du moteur dont il s'agit.

Cette circonstance a amené les ingénieurs américains à s'occuper beaucoup de la réalisation d'appareils de couplage et, particulièrement de rhéostats qui fussent capables de supporter des services rigoureux sans être atteints, cependant, d'aucun vice de complication qui pût en compromettre la robustesse ou la simplicité de manœuvre.

La figure 87 représente (1) un type de rhéostat liquide récemment établi par le département des appareils de contrôle industriels d'une grande compagnie de construction et qui, tout en ne présentant aucun contact mobile et en rendant inutile les dispositifs de commande électromagnétiques usuels, permet d'arriver à une mise en marche du moteur parfaitement douce et uniforme, ce qui est d'une importance capitale pour la commande des machines élévatrices de mine.

L'appareil se compose d'une solide cuve en tôle de chaudière de forme rectangulaire; il est formé de deux parties, pour la facilité des transports dans les puits de dimensions réduites; les deux moitiés qui le composent sont boulonnées ensemble. La cuve, avec son mécanisme, est boulonnée sur un bâti en tube de fer; la partie inférieure constitue le réservoir à électrolyte qui contient les tubes de refroidissement; la partie supérieure constitue la chambre à électrodes et elle contient les plaques fixes qui sont reliées aux barres omnibus et, de là, aux bagues du moteur.

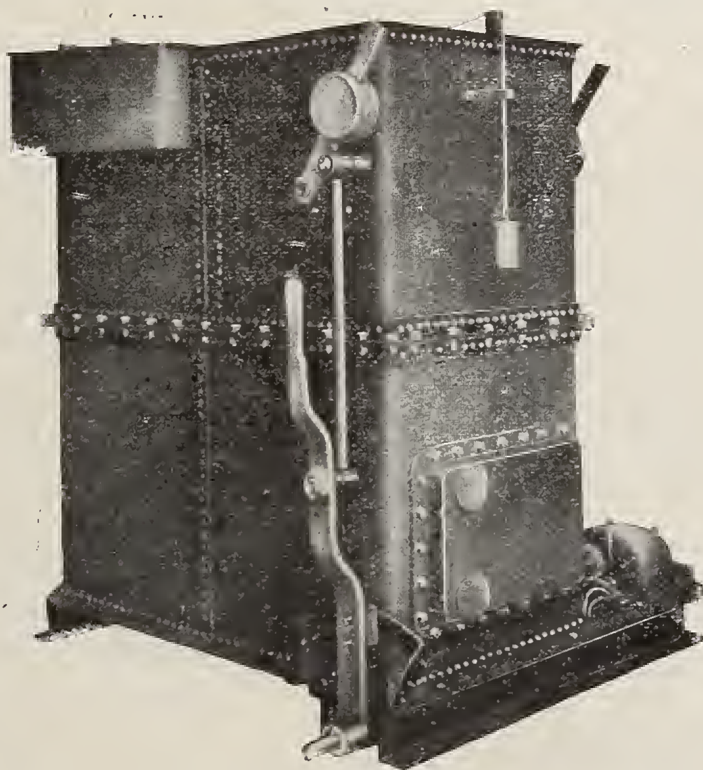


Fig. 87. — Rhéostat liquide.

La résistance ohmique du système est réglée en agissant sur la hauteur d'immersion des plaques dans l'électrolyte; le liquide est une solution de carbonate de sodium dans l'eau; la capacité calorifique de cette solution est élevée, de sorte que l'appareil peut supporter le maximum de puissance par unité de volume; les électrodes fixes sont en fer; dans cet électrolyte, le fer n'est soumis à aucune corrosion appréciable et les phénomènes de polarisation sont éliminés; cette condition a une grande importance, étant donnée la basse fréquence des courants auxquels est soumis le rhéostat, lorsque le moteur arrive au voisinage du synchronisme; l'électrolyte est élevé du réservoir inférieur au réservoir supérieur au moyen d'une pompe centrifuge à grand débit; il y retourne par gravité; la pompe est actionnée par un moteur d'induction à rotor en cage d'écureuil et elle est maintenue d'une façon permanente en fonctionnement lorsque la machine élévatrice fonctionne.

L'uniformité de la variation de la résistance du système est obtenue en employant une conduite à ouverture longitudinale, protégée par une plaque de garde appropriée; il va de soi que les électrodes ne peuvent jamais sortir complètement du liquide — s'il en était autrement il se produirait un échauffement local excessif et dangereux — et que la hauteur d'immersion minimum ne peut être inférieure à une certaine limite, correspondant à une densité maximum de 1,2 am-

(1) G. H. Dorgeloh, *Liquid Rheostat for Mine Hoist* General Electric Review, mai 1912, p. 305).

père par cm² (7,5 ampères par pouce carré); la portée de variation de la résistance pour un rhéostat donné est déterminée par les dimen-

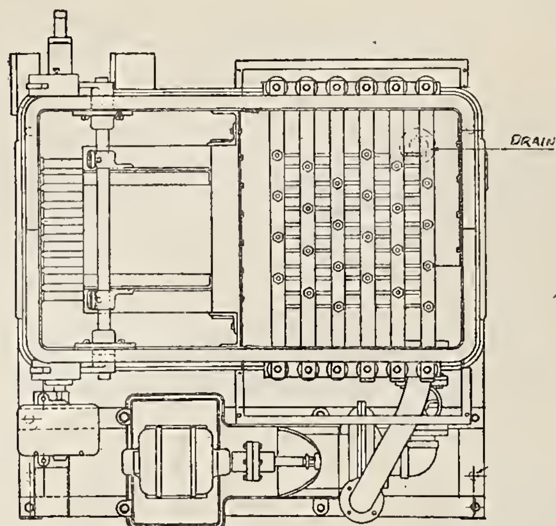



Fig. 88.

sions des plaques; celles-ci sont fixées sur les barres au moyen de deux écrous, comme on peut le voir sur les figures 88 et 89; dans le modèle représenté, il y a trois paires de barres transversales, montées elles-mêmes sur des isolateurs (fig. 90); les extrémités des barres et les isolateurs sont protégés par une caisse spéciale (fig. 87); il y a quatre plaques par phase; les plaques des différentes phases alternent l'une avec l'autre (fig. 88).

La vitesse d'écoulement du liquide est réglée au moyen d'un diaphragme et d'un obturateur

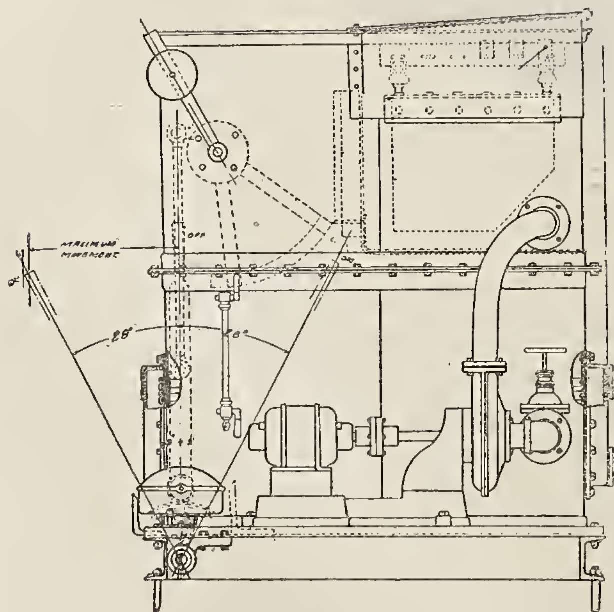


Fig. 89.

dont l'agencement est montré sur les figures 88 et 89; le mécanisme de commande de l'obturateur est visible sur la figure 87; il comprend un levier principal relié à un galet qui sert à assurer des positions extrêmes bien nettes. Dans la position verticale représentée, l'obturateur est tout à fait ouvert et le liquide se trouve au niveau inférieur; lorsque l'on pousse le levier d'un côté ou de l'autre, l'obturateur est levé et ferme la chambre supérieure du réservoir où le liquide monte ainsi peu à peu, diminuant donc progressivement la résistance des circuits du rotor du moteur; des arrêts limitent les déplacements du levier principal; celui-ci, au besoin, peut être actionné à distance, on y fixe alors une tringle; la commande peut aussi être calée sur l'axe qui est prolongé et claveté dans ce but.

Le déplacement de levier se fait toujours en un temps et la vitesse d'accélération du moteur ne dépend pas de l'opérateur; elle est réglée une fois pour toutes en agissant sur la valve insérée sur le tuyau d'aspiration de la pompe; une cloison

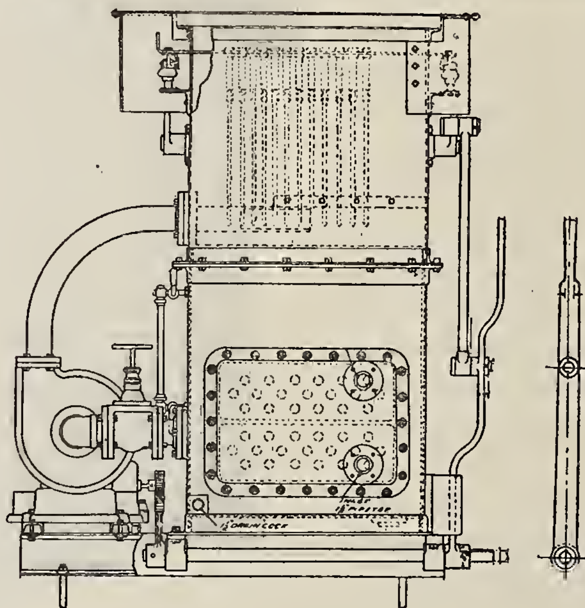


Fig. 90.

ou seuil intérieur permet en outre de faire varier la période d'accélération en augmentant la résistanee maximum, de manière que l'on puisse réaliser de faibles vitesses pour les opérations d'inspection.

L'axe du levier principal traverse tout le réservoir et se termine, du côté opposé au levier (fig. 87), par un secteur denté qui agit sur le pignon du manipulateur du moteur; ce dispositif se compose d'un tambour à bagues qui détermine la fermeture des contacteurs constituant le commutateur de sens de marche du moteur; la position neutre du combinateur correspond à celle du levier; un déplacement de 6° environ de celui-ci amène le combinateur dans la position de fermeture des contacteurs correspondants; un seul levier commande donc complètement le fonctionnement de l'élévateur; le moteur démarre dans un sens ou dans l'autre selon la position donnée au levier principal.

Les tubes réfrigérateurs sont disposés horizontalement; ils sont vissés à l'une de leurs extrémités, l'autre étant pourvue d'une garniture qui en facilite le remplacement en cas d'usure; ils sont ordinairement en fer; on peut cependant employer des tubes en laiton lorsque l'on est obligé d'utiliser, comme liquide de réfrigération, l'eau acide des puits. Il convient que la température de la solution ne dépasse pas 60° C; 50 litres d'eau en moyenne par minute sont nécessaires par 100 ch dissipés d'une façon continue sur le rhéostat.

Un indicateur de niveau permet de reconnaître la hauteur de l'électrolyte dans le réservoir.

HENRY.

# Etude comparative et économique

## D'UNE INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE MOTRICE ÉLECTRIQUES

**Hypothèses.** — Pour comparer les différents modes de distribution qui peuvent être employés dans une usine produisant elle-même l'énergie électrique qui lui est nécessaire, il faut tout d'abord faire une hypothèse aussi exacte que possible sur le mode d'exploitation qui sera adopté, et voici quel est celui qui nous paraît le plus rationnel :

1° *Eclairage.* — Nous supposerons que l'usine commence à fonctionner à 7 heures du matin et qu'elle ferme ses portes à 7 heures du soir.

Les heures d'allumage se répartiront, pour chaque mois, comme suit :

A partir de 7 heures du matin jusqu'au lever du soleil.

| | | |
|---|---|---|
| Janvier. . . . . | 32 | heures. |
| Février. . . . . | 8 | — |
| Mars. . . . . . | 0 | — |
| Avril. . . . . . | 0 | — |
| Mai. . . . . . | 0 | — |
| Juin. . . . . . | 0 | — |
| Juillet. . . . . | 0 | — |
| Août. . . . . . | 0 | — |
| Septembre. . . . | 0 | — |
| Octobre. . . . . | 0 | — |
| Novembre. . . . | 13 | — |
| Décembre. . . . | 61 | — |
| Soit un total de | 114 | heures. |

A partir du coucher du soleil jusqu'à 7 heures du soir :

| | | |
|---|---|---|
| Janvier. . . . . | 94 | heures. |
| Février. . . . . | 61 | — |
| Mars. . . . . . | 36 | — |
| Avril. . . . . . | 6 | — |
| Mai. . . . . . | 0 | — |
| Juin. . . . . . | 0 | — |
| Juillet. . . . . | 0 | — |
| Août. . . . . . | 0 | — |
| Septembre. . . . | 24 | — |
| Octobre. . . . . | 56 | — |
| Novembre. . . . | 87 | — |
| Décembre. . . . | 109 | — |
| Total. . . | 473 | heures. |

En ramenant tous nos calculs à l'année, nous aurons un mode de comparaison plus exact, puisque nous nous trouvons en présence d'un cycle complet qui se renouvelle, à peu de choses près, dans les mêmes conditions.

Nous compterons donc un total de :

$114 + 473 = 587$ heures d'allumage par an ou 600 heures en chiffres ronds.

Nous supposerons que l'usine fonctionnera 10 heures par jour pendant 300 jours par an ou 3000 heures dans le même temps.

Nous admettrons, en outre, pour nous rapprocher le plus possible de la réalité, que les différents services exigent une moyenne de 20 lampes allumées toute l'année en permanence pendant les 3000 heures, et que chacune de ces lampes, à filament de charbon, consomme 0,5 ampère sous 110 volts, soit 55 watts-heure, avec une intensité lumineuse de 16 bougies.

Nous compterons sur 200 lampes installées, 16 bougies, dont 180 fonctionnent pendant 600 h. et 20 pendant 3000 heures.

*Force motrice.* — La force motrice nécessaire à l'usine sera de 12 ch effectifs en permanence pendant 3000 heures par an.

Nous pouvons, dès maintenant, examiner les différents modes qui peuvent être choisis.

1° **Alimentation par un secteur de distribution publique.** — *Eclairage.* — D'après l'ar-

ticle 10 de la police-type d'abonnement qui résulte de la convention pour la concession de la distribution de l'énergie électrique dans Paris, le courant électrique fourni à l'abonné est vendu à l'hectowatt-heure, aux prix maxima suivants :

Du 1er novembre 1907 au 31 décembre 1913 :

0,07 fr pour l'éclairage;

0,03 fr pour tous autres usages.

Ce sont ces chiffres que nous adopterons.

Il en résulte une dépense pour les 180 lampes de

$$180 \times 55 \text{ wh} = 9900 \text{ wh},$$

soit 100 hectowatts-heure en chiffres ronds à 0,07 fr = 7 fr par heure.

Et pendant 600 heures 600 × 7 = 4200 fr par an.

Pour les 20 lampes :

20 × 55 = 1100 wh ou 11 hectowatts-heure;

Pendant 3000 heures 3000 × 11 = 33 000 hectowatts-heure à 0,07 = 2310 fr.

Soit un total de 4200 + 2310 = 6510 fr de dépenses annuelles pour l'éclairage.

*Force motrice.* — Nous supposerons que le rendement de la ligne entre le compteur et le moteur et celui du moteur lui-même, soit de 0 80.

Pour 12 ch il faudra donc fournir :

$\frac{12}{0,8}$ = 15 ch, ce qui fait 736 watts par cheval.

736 × 15 = 11 040 watts-heure ou 110 hectowatts-heure que nous compterons à raison de 0,03 fr l'hectowatt, soit :

$$110 \times 0,03 = 3,30 \text{ fr par heure};$$

Pendant 3000 heures, 3000 × 3,30 = 9900 fr.

La somme totale annuelle à verser au secteur pour le courant consommé s'élèverait donc à

$$6510 + 9900 = 16\,410 \text{ fr}.$$

2° **Installation avec moteur à gaz de ville.** — Afin de tabler sur des chiffres aussi rigoureux que possible, nous voyons que l'exploitation telle que nous l'avons supposée, fonctionne pendant les 4/5 du temps à demi-charge et pendant l'autre cinquième à pleine charge, c'est-à-dire pendant 600 heures à pleine charge et pendant 2400 heures à demi-charge.

Avec le gaz de ville comme avec le gaz pauvre, il nous faut compter sur le rendement de la génératrice qui sera indispensable à la distribution du courant. Nous adopterons le chiffre de 0,80 qui, dans la réalité, peut s'élever à 88 ou 89 0/0.

La puissance à fournir sera donc de :

38 ch pendant 600 heures, ce qui correspond à une puissance de 22 800 ch-heure par an.

19 ch pendant 2400 heures, ce qui représente annuellement 45 600 ch-heure.

En admettant que le gaz de ville consomme :

500 litres de gaz à pleine charge par ch heure, et 800 litres à demi charge par ch-heure.

La consommation annuelle sera de :

22 800 × 500 = 11 400 m³ de gaz par an.
45 600 × 800 = 36 480 m³ de gaz par an.
soit 47 880 à 0,20 fr = 9 576 fr.

Les frais de graissage peuvent être évalués à 150 fr.

Pour le refroidissement du cylindre, nous prévoirons un système de circulation avec pompe et réservoirs qui permette d'employer la même eau convenablement refroidie.

Le montant des frais de ce système interviendra plus loin dans les frais de premier établissement.

Nous arrivons avec le graissage à 9 726 fr par an.

3° **Installation avec moteur à gaz pauvre.** — Pour le gaz pauvre, nous compterons sur :

450 gr de charbon maigre français à pleine charge par ch-heure.

630 gr de charbon maigre français à demi-charge par ch-heure.

15 litres d'eau par ch-heure pour le gazogène.

En ce qui concerne le refroidissement du moteur, nous emploierons le même dispositif que pour le moteur à gaz de ville.

La consommation de charbon sera donc :

22 800 × 450 = 10 260 kg.
45 600 × 630 = 28 728 kg.

A ces chiffres, il convient d'ajouter le charbon consommé quand on conserve pendant la nuit la marche lente du gazogène pour éviter le rallumage le lendemain qui peut cependant s'effectuer en très peu de temps (20 minutes environ).

En comptant sur le maximum, c'est-à-dire 300 nuits à 20 kg par nuit, nous aurons :

$$300 \times 20 = 6000 \text{ kg}.$$

Ce qui fait en tout :

10 260 + 28 728 + 6000 = 44 988 kg ou 45 tonnes en chiffres ronds, à 25 fr la tonne

$$45 \times 25 = 1125 \text{ fr}.$$

Si l'on utilise de l'anthracite anglais, la dépense en charbon doit être approximativement doublée.

L'eau consommée par le gazogène étant d'environ 15 litres par ch-heure, on aura un total de : 68 400 × 15 = 1026 m³ à 0,20 fr le mètre cube = = 205 fr.

Les frais de graissage peuvent être évalués à 180 fr environ.

Les frais totaux se montent ainsi à 1 510 fr.

La puissance nécessaire pour la circulation d'eau par réfrigération et pour la pompe est d'environ 1 0/0 de la puissance totale.

## FRAIS DE PREMIER ETABLISSEMENT

### 1° Installation sur secteur.

Etant donné que l'usine est alimentée en courant diphasé, il faut compter :

| | |
|---|---|
| 1 moteur diphasé de 12 ch à induit bobiné avec glissières et démarreur, mis en place | 1 200 fr |
| Canalisations pour ce moteur avec tableau d'appareillage et de compteur. | 500 |
| Installation d'éclairage, 200 lampes à 20 fr. | 4 000 |
| Soit. | 5 700 fr |

### 2° Gaz de ville.

| | |
|---|---|
| 1 moteur de 40 ch avec montage et fondations | 8 000 fr |
| Tuyauterie d'eau et de gaz | 1 000 |
| Compteur à gaz | 800 |
| Réservoirs et réfrigération avec pompe. | 800 |
| 1 génératrice à courant continu de 300 ampères, 110 volts avec glissières, rhéostat d'excitation, montage et fondations | 3 200 |
| 1 moteur courant continu de 12,5 ch avec glissières et démarreur mis en place | 1 400 |
| Canalisations et tableau de distribution. | 900 |
| Installation de 200 lampes à 20 fr la lampe | 4 000 |
| Soit. | 20 100 fr |

### 3° Gaz pauvre.

| | |
|---|---|
| 1 moteur de 40 ch avec gazogène, montage et tuyauteries | 12 000 fr |
| Fondations | 500 |
| Appareil de refroidissement | 800 |
| 1 génératrice à courant continu 300 ampères, 110 volts avec glissières, rhéostat de champ, montage et fondations. | 3 200 |
| 1 moteur courant continu de 12,5 ch avec glissières, démarreur, montage et fondations | 1 400 |
| Canalisations et tableau de distribution. | 900 |
| Installation de 200 lampes à 20 fr la lampe | 4 000 |
| Soit. | 22 800 fr |

## FRAIS D'EXPLOITATION

### 1° Sur secteur.

| | |
|---|---|
| Courant consommé | 16 410 fr |
| Location de compteurs : | |
| Eclairage 120 hw. | 60 |
| Force motrice 120 hw. | 60 |
| Frais de branchement de canalisation sur rue à payer par mensualités au secteur | 30 |
| Intérêt de la somme engagé à 3 0/0 sur 5700 fr. | 171 |
| Amortissement du matériel : 7 0/0 sur la même somme | 399 |
| Réparations, entretien, nettoyages. | 100 |
| Soit. | 17 230 fr |

### 2° Avec moteur à gaz de ville.

| | |
|---|---|
| Frais annuels | 9 726 |
| Intérêt de la somme engagée : 3 0/0 sur 20 100 fr. | 603 |
| Amortissement du matériel : 7 0/0 sur 20 100 fr. | 1 407 |
| Personnel | 600 |
| Réparations, entretien, nettoyages. | 300 |
| Soit. | 12 636 fr |

### 3° Avec installation à gaz pauvre.

| | |
|---|---|
| Frais annuels | 1 510 fr |
| Intérêt de la somme engagée : 3 0/0 sur 22 800 fr. | 684 |
| Amortissement du matériel : 7 0/0 sur 22 800 fr. | 1 596 |
| Personnel | 1 500 |
| Réparations, entretien, nettoyages. | 500 |
| Soit. | 5 790 fr |

### CONCLUSIONS

Depuis quelques années, les installations à gaz pauvre ont pris une grande extension en raison de l'intérêt qu'elles présentent et de la sécurité de fonctionnement qu'on peut aujourd'hui en attendre.

Dans le cas qui nous occupe, pour 54 000 ch-heure produits annuellement dans les conditions que nous avons indiquées, le prix du cheval-heure aux bornes génératrices revient à :

0,319 fr sur secteur;
0,234 fr avec moteur à gaz de ville;
0 107 fr avec installation à gaz pauvre.

Et le prix du kilowatt-heure à :

0,434 fr sur secteur;
0,318 fr avec moteur à gaz de ville;
0,145 fr avec installation à gaz pauvre.

A titre d'exemple, on peut citer une installation faite en sous-sol dans un établissement de Paris, dont le fonctionnement et les résultats économiques méritaient d'être signalés.

Voici la description de cette installation :

Il s'agissait d'alimenter environ 1000 lampes à incandescence de 5 et 10 bougies à 115 volts et 6 lampes à arc de 8 ampères placées deux par deux en série : la puissance totale à fournir s'élevait à 21 kw, la durée journalière de l'éclairage étant de dix heures. On établit un moteur à gaz pauvre de 25 ch du type Union alimenté par un gazogène à aspiration brûlant de l'anthracite. Un amortisseur de trépidation, système Chevallet, empêchait toute vibration dans les locaux voisins de la salle des machines. La dynamo génératrice alimentait une batterie de 62 éléments de 400 ampères-heure. Malgré les difficultés d'installation dues au très faible espace disponible, les résultats économiques furent excellents et le prix de revient de l'énergie électrique fut très inférieur à celui qu'aurait demandé un secteur électrique. La consommation totale de combustible s'éleva au maximum de 200 kg d'anthracite par jour. Y compris les frais de graissage, de réfrigération et d'entretien, les dépenses annuelles s'élevèrent à 8000 francs. En ajoutant l'intérêt des 18 000 fr que coûta l'installation, soit 900 fr, l'amortissement de ce capital en dix ans, soit 1800 fr et 1000 fr de réparations, entretien, etc., on a 12 000 fr de frais annuels : le kilowatt-heure revint donc à 0,15 fr.

Il faut remarquer que dans cette installation dont il était intéressant de recueillir les données, figure une batterie d'accumulateurs dont l'entretien tous les ans n'est pas négligeable. En outre, la marche de 10 heures par jour n'a rien de commun avec celle que nous avons supposée dans notre étude. C'est pourquoi les frais totaux annuels ne peuvent pas être comparés. Toutefois, le prix de revient du kilowatt-heure est à peu de chose près le même que le nôtre.

D'autre part, la supériorité thermique d'une installation à gaz pauvre par rapport à une installation à vapeur n'est plus discutable actuellement. Le groupe moteur-gazogène permet, en effet, une utilisation de 22 0/0 du combustible employé et d'au moins 17 0/0 dans les petites installations contre 12 0/0 pour les moyennes puissances avec installation à vapeur ayant recours à la triple expansion, à la condensation et à la surchauffe, ce qui représente même un très beau résultat, et 6 à 8 0/0 seulement avec échappement à l'air libre.

Si on ajoute à ces avantages l'indépendance de la station qui n'est pas soumise aux fluctuations provenant des revendications du personnel des grandes compagnies et l'absence de règlements spéciaux pour la pose des appareils nécessaires à une telle installation, le groupe moteur à gaz pauvre nous paraît très intéressant à envisager.

L. Couillard.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

**Règle de lord Kelvin.** — Dans le mode de distribution en série, malgré l'emploi restreint de ce système, il y a encore un autre point intéressant à étudier, parce qu'il trouve son application dans tous les cas de distribution et qu'il se présente avec plus de simplicité dans celui que nous avons jusqu'ici traité d'une canalisation de longueur $L$ dans laquelle passe un courant d'intensité $I$. Comme nous le verrons, il n'est d'ailleurs pas nécessaire que ce courant soit tout à fait constant; il suffit qu'on puisse envisager un certain courant moyen $I$ circulant pendant un certain temps. La condition essentielle que nous supposerons, pour le moment, est que ce courant reste le même d'un bout de la ligne à l'autre, en d'autres termes qu'il n'y ait aucune dérivation prise en cours de route. Il sera ensuite facile de se rendre compte des cas plus complexes.

Nous avons vu que la chute de tension dans une canalisation correspondait à une perte d'énergie qu'il y a intérêt à réduire le plus possible puisque, finalement, elle s'évalue en francs. La tension étant donnée et l'intensité de courant étant également déterminée, un seul moyen permet d'améliorer le rendement : augmenter la section du cuivre. Mais cet accroissement conduit

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1128, 10 août 1912, page 84 n° 1129, 17 août 1912, page 103 et n° 1130, 24 août 1912, page 117.

à une élévation correspondante de la dépense d'établissement; le prix du conducteur augmente et, avec lui, certains autres frais d'installation. La somme annuelle à prévoir pour l'intérêt et l'amortissement des dépenses d'établissement devient plus élevée et vient grever d'autant les frais d'exploitation. On se rend aisément compte que si on augmente trop la section des conducteurs, ces frais d'intérêt et d'amortissement supplémentaires peuvent arriver à dépasser l'économie réalisée sur la perte d'énergie. On est ainsi conduit à concevoir l'existence d'une limite indirecte — limite d'ordre financier — à l'amélioration du rendement propre d'une canalisation.

Il ne faudrait d'ailleurs pas voir là un fait particulier aux canalisations électriques. On peut répéter le même raisonnement à propos de tous les appareils dans lesquels il y a un rendement à envisager. L'amélioration du rendement d'un appareil d'un type déterminé a généralement pour conséquence une élévation du prix d'achat, puisqu'on ne peut l'obtenir que par de plus grands soins dans les divers détails de la construction.

Une conséquence de ces réflexions est qu'on ne doit pas, dans l'évaluation de la section à donner aux conducteurs dans tel cas particulier, considérer uniquement le rendement, du moins du rendement tel que la technique a coutume de l'envisager. Ce qui importe, c'est la recherche du meilleur rendement, en tenant compte des conditions économiques, car il serait parfaitement absurde de réduire de 100 fr, par exemple, l'énergie annuellement perdue si, pour ce faire, on devait grever de 200 fr de plus les frais annuels d'exploitation. Il y a donc là deux termes opposés à concilier, une condition d'équilibre à trouver.

C'est à lord Kelvin qu'on doit la première analyse de cette question, analyse dont il a traduit les résultats dans une règle simple qui, sans avoir un caractère absolu, donne une indication et, dans un grand nombre de cas, fixe au moins des limites à l'incertitude.

Représentons par A le prix en francs de l'énergie perdue annuellement en ligne. Représentons encore par B la valeur en francs de l'annuité d'intérêt et d'amortissement relative à la ligne. Les frais d'exploitation annuels comportent encore d'autres dépenses que nous représenterons en bloc par la lettre C, de sorte que si F représente la dépense annuelle totale d'exploitation, exprimée en francs on aura :

$$F = C + A + B \qquad (21)$$

Cette quantité F doit être considérée comme une fonction de plusieurs variables indépendantes parmi lesquelles l'une est la section $s$ des conducteurs. Examinons donc dans quelle mesure chacun des termes de la somme dépend de $s$ et nous déterminerons ensuite $s$ de telle façon que la valeur adoptée rende F le plus petit possible.

D'abord le terme C. Il comprend en premier lieu la somme $c_1$ fr représentant le prix de l'énergie annuellement amenée à l'origine de la ligne, dépense tout à fait indépendante de la nature de la ligne et qui n'est chargée d'aucun frais afférent à la ligne. Il comprend encore une somme $c_2$ fr qui sont les dépenses provenant de la ligne, mais qui sont indépendantes de sa section, les unes, rigoureusement, les autres, assez sensiblement pour le genre d'évaluation nécessairement peu précis auquel nous sommes contraints de nous tenir; ces dépenses sont :

*a*) Frais d'entretien de la ligne;

*b*) Redevances payées aux municipalités ou à l'Etat pour l'occupation du sol;

*c*) Annuité d'intérêt et d'amortissement de tous les frais de construction de la ligne, poteaux, isolateurs, tranchées, main-d'œuvre, etc., mais non compris les conducteurs constituant la ligne.

L'écart entre les différentes sections qu'on peut pratiquement choisir n'est, en effet, pas assez grand pour entraîner une variation importante ni dans la somme *a*, ni dans la dépense de construction (fourniture du câble non compris), et, par conséquent, *a fortiori*, dans l'annuité d'intérêt et d'amortissement de cette dernière dépense.

Le terme C est donc une constante et nous pouvons ne plus nous en occuper dans la recherche de la meilleure section.

Prenons maintenant le terme A, prix en francs de l'énergie perdue annuellement en ligne. Nous avons vu, formule [14], que la chute de tension en volts dans une canalisation de longueur $L$ m (il s'agit toujours de canalisations à deux conducteurs) et dans laquelle la densité de courant (nombre d'ampères par millimètre carré de section) est $\Delta$ est

$$u = 0{,}036\, L\, \Delta \qquad (14)$$

qu'on peut encore écrire en remplaçant $\Delta$ par sa valeur $\frac{I}{s}$

$$u = 0{,}036\, L\, \frac{I}{s} \qquad (22)$$

$I$ étant l'intensité du courant, la puissance perdue $p$ correspondante est en watts.

$$p = u\, I = 0{,}036\, L\, \frac{I^2}{s} \qquad (22)$$

La perte d'énergie $w$ par heure de fonctionnement sera à son tour

$$w = 0{,}036\, L \frac{I^2}{s} \quad \text{watts-heure} \qquad (23)$$

Si la durée du fonctionnement annuel est de $n$ heures, la perte d'énergie annuelle $w_a$ sera

$$w_a = 0{,}036\, L \frac{I^2}{s}\, n \quad \text{watts-heure} \qquad (24)$$

et si enfin $f$ est le prix d'un watt-heure, on pourra écrire que le prix A de l'énergie perdue annuellement dans la canalisation est

$$A = 0{,}036\, L \frac{I^2}{s}\, n f \quad \text{francs} \qquad (25)$$

Exprimons de façon analogue le terme B.

B désigne la valeur en francs de l'annuité d'intérêt et d'amortissement relative à la ligne, et nous avons précédemment limité ce terme à ce qui concerne le conducteur. On peut regarder la dépense d'achat du conducteur comme proportionnelle à sa section et, bien entendu, à sa longueur. Soit $\lambda$ le coefficient de proportionnalité, la dépense d'achat du conducteur aura été

$$2 \lambda s L$$

A ce capital immobilisé correspond une dépense annuelle

$$2 \lambda s L a \quad \text{francs}$$

pour intérêt et amortissement, d'où

$$B = 2 \lambda s L a \qquad (26)$$

expression dans laquelle $a$ est le taux d'intérêt et amortissement pour 1 fr; $a$ est, en réalité, la somme de deux taux partiels : l'un, $a_1$, taux d'intérêt de 1 fr; l'autre, $a_2$, taux d'amortissement pour 1 fr. Il existe des tables qui donnent ce coefficient $a_2$; quant à $a_1$, il est très facile à calculer. Nous n'insistons pas.

Nous avons maintenant les valeurs de A et B données par les expressions (25) et (26). Portons-les dans (21), nous obtenons

$$F = C + 0{,}036\, L \frac{I^2}{s}\, n f + 2 \lambda s L a \qquad (27)$$

Les quantités C, $n$, $f$, $\lambda$, $a$, sont des constantes.

Pour une canalisation donnée, $L$ est connu ainsi que $I$, puisque la puissance qui doit transmettre la canalisation et la tension sont parmi les données du problème.

Le second membre de (27), et par conséquent F, est donc une fonction de $s$, et de $s$ seulement.

Il résulte de la nature de la question que tous les coefficients de cette fonction définie par l'équation (27) sont tous essentiellement positifs. La variable $s$ ne peut être, d'ailleurs, que positive. Dans ces conditions, la fonction F, ne comportant aucun terme soustractif, est toujours positive.

On conclut de ces remarques que, si on représente par une courbe cette fonction F, en prenant des coordonnées rectangulaires avec les sections pour abscisses et les valeurs correspondantes de F pour ordonnées, la courbe sera tout entière dans le premier quadrant des coordonnées.

Nous allons essayer de nous rendre compte de la forme de cette courbe en considérant naturellement comme des constantes, fixées une fois pour toutes par les conditions initiales du problème, toutes les quantités autres que $s$ qui figurent dans le second membre de l'équation (27).

Pour cela, nous allons donner à $s$ des valeurs successives partant de 0, et croissant régulièrement jusqu'à l'infini, c'est-à-dire que nous allons supposer que le point $m$ (fig. 91), extrémité de

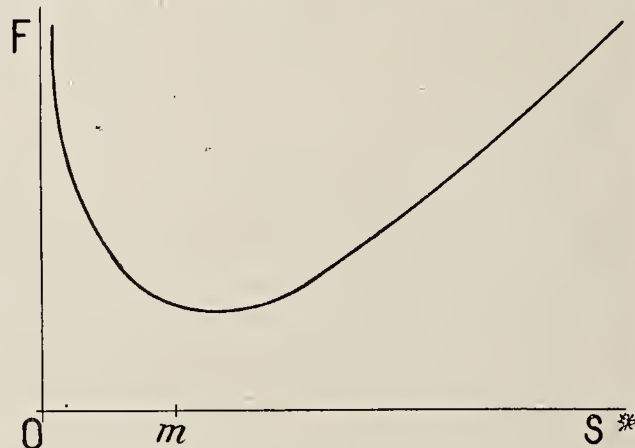



Fig. 91.

l'abscisse O$m$, se déplace à partir de $o$ vers la droite de OS, et aussi loin qu'on le voudra dans cette direction.

Quand $s$ est très petit, le point $m$ est très voisin du point O, presque confondu avec lui et dans (27) le dernier terme $2\lambda L a s$ est aussi très petit. Par contre, le second terme, égal au quotient de la quantité constante $0{,}036\ L\ I^2\ n\ f$ par la quantité très petite $s$, est très grand.

Plus $s$ est petit, plus ce second terme est grand et si on continue à donner à $s$ des valeurs de plus en plus petites, ce second terme prend des valeurs de plus en plus grandes, de telle sorte qu'à la limite pour $s = 0$ le second terme prend une valeur infiniment grande, tandis que le troisième devient nul.

Ainsi pour $s = o$, F tend vers l'infini, la courbe est asymptote à l'axe des F.

Pratiquement, cette valeur $s = 0$ ne signifie rien, puisqu'alors il n'y aurait plus de conducteurs, plus de canalisation et pas de valeur de F

à envisager. Ce résultat n'a d'intérêt qu'au point de vue de la forme de la courbe, dont les parties extrêmes, correspondant aux petites valeurs de $s$, resteront tout simplement inutilisées. On n'aura d'ailleurs pas à envisager de petites sections dans les problèmes techniques de ce genre et ce ne sont que les parties moyennes de la courbe qui trouveront leur emploi. Autrement, il eût fallu introduire une fonction plus compliquée de $s$, car on peut vérifier sans peine sur un catalogue de câbles que pour les petites sections les prix ne sont pas proportionnels.

Si on donne maintenant à $s$ des valeurs croissantes, on voit que le troisième terme de la formule (27) augmente proportionnellement. Quant au second, à mesure que $s$ croît, il diminue, puisque pour en trouver la valeur on divise un nombre fixe $0{,}036\, L I^2 n f$ par un autre nombre de plus en plus grand; il diminue cependant de moins en moins vite et quand $s$ devient très grand, infini, ce second terme tend vers zéro. Mais, en même temps, on voit que le second terme croît sans limite quand $s$ devient infini.

Ainsi le second et le troisième terme de (27) varient en sens inverse, l'un diminue constamment de l'infini à zéro, l'autre croît constamment de zéro à l'infini.

La fonction F, égale à leur somme ajoutée à un terme constant, est donc, à l'origine, infinie, diminue rapidement d'abord, puis plus lentement à mesure que l'influence du troisième terme augmente, puis elle augmente à nouveau pour tendre vers l'infini quand $s$ est lui-même infini.

Elle passe donc par un minimum.

On trouve la valeur de $s$ pour laquelle ce minimum se produit en égalant à 0 la dérivée de la fonction F (27).

Cette dérivée est

$$-\frac{0{,}036\, L I^2 n f}{s^2} + 2 \lambda L a$$

En l'égalant à zéro on obtient

$$\frac{0{,}036\, L I^2 n f}{s^2} = 2 \lambda L a \qquad (28)$$

Dans cette équation, la longueur de canalisation $L$ qui figure dans les deux membres disparaît et on trouve en tirant $s^2$ et extrayant la racine

$$s = I \sqrt{\frac{0{,}036\, n f}{2 \lambda a}} \qquad (29)$$

Il est à remarquer qu'au premier membre de (28) figure directement le rapport $\frac{I^2}{s^2}$ qui est le carré de la densité de courant $\Delta$. On en tire immédiatement.

$$\Delta = \sqrt{\frac{2 \lambda a}{0{,}036\, n f}} \qquad (30)$$

Nous allons faire quelques applications numériques de cette formule (30); mais, auparavant, il est bon d'entrer dans quelques explications d'ordre pratique sur les quantités qui y figurent.

Le coefficient $\lambda$ est en réalité le prix de l'unité de longueur du câble rapporté à sa section. C'est le prix du mètre de câble par millimètre carré de section. Il est évident que ce prix n'est pas le même pour du cuivre nu, du cuivre isolé, un câble armé. Il n'est pas non plus le même dans toute l'étendue de l'échelle des sections commerciales parce que, comme nous l'avons déjà fait observer, l'hypothèse de cette proportionnalité n'est pas rigoureuse. Il faut donc, dans chaque cas, évaluer ce coefficient moyen pour une série de sections qu'on suppose se rapprocher de la section probable. Si la section que donne le calcul est très différente de celle qu'on avait considérée comme probable, il faut évaluer à nouveau le coefficient $\lambda$ et refaire les calculs. On procédera donc par tâtonnements successifs et ce n'est qu'ainsi qu'on pourra espérer obtenir de la formule (30) des renseignements sérieux.

S'il s'agit de cuivre nu, l'évaluation de $\lambda$ peut se faire de la façon suivante :

Des tables donnent, pour chaque section, le poids du kilomètre de fil ou câble. En divisant

TABLEAU I.

| Désignation des fils ou câbles. | Poids du mètre de fil ou câble rapporté au mm². |
|---|---|
| | kg. |
| Fil cuivre haute conductibilité de 3 à 10 m/m diam. . . . . . . . . . | 0,0089 |
| Câbles cuivre haute conductibilité : | |
| Câbles à 7 fils . . . . . . . . . | 0,00918 |
| — 19 fils de 12 à 26/10 . . . . | 0,009255 |
| — 37 — 15 à 30/10 . . . . | 0,009345 |
| — 61 — 15 à 30/10 . . . . | 0,00952 |
| — 91 — 21 à 30/10 . . . . | 0,0097 |
| Fils d'aluminium . . . . . . . . | 0,0027 |
| Câbles — jusqu'à 270 mm² . . | 0,00284 |
| — — de 280 à 300 mm² . | 0,00295 |

NOTA. — *Les coefficients à introduire dans les calculs s'obtiendront en multipliant les nombres ci-dessous par le prix du kilogramme de cuivre au cours du jour*

par 1000 on a le poids du mètre. En faisant le rapport de ce poids à la section, on obtient le poids du mètre par millimètre carré. Connaissant le prix du kilogramme, il est alors facile d'obtenir le prix du mètre de fil ou câble rapporté au millimètre carré. Il faut prendre garde que les prix du fil nu et des conducteurs nus câblés est différent. On fait ce travail pour les diverses sections commerciales et on établit des moyennes qu'on applique pour un certain nombre de sections.

Nous donnons, dans le tableau I, quelques valeurs de ce coefficient λ pour les fils ou câbles nus.

S'il s'agit de câbles isolés, les catalogues donnent directement le prix au kilomètre. On en déduit le prix du mètre, qui, divisé par la section, donne la valeur du coefficient λ dans ce nouveau cas.

Le tableau II renferme quelques valeurs du coefficient pour des câbles de divers isolements.

Tableau II.

| Sections mm² | Coefficients relatifs aux câbles à isolement: Ministériel. (1) | 300 méghoms. (2) | 600 méghoms. (3) |
|---|---|---|---|
| 8 | 0,04998 | 0,07956 | 0,08280 |
| 10,8 | 0,04833 | 0,07224 | 0,07686 |
| 12,4 | 0,04764 | 0,06924 | 0,07428 |
| 15,9 | 0,04638 | 0,06486 | 0,06960 |
| 19,8 | 0,04605 | 0,06240 | 0,06560 |
| 25 | 0,0420 | 0,06072 | 0,06420 |
| 38 | 0,0402 | 0,05506 | 0,06120 |
| 54 | 0,0384 | 0,05162 | 0,05850 |
| 65 | 0,0378 | 0,05483 | 0,05724 |
| 84 | 0,0385 | 0,0540 | 0,05610 |
| 105 à 376 | 0,0410 | 0,0528 | 0,05600 |
| 399 | 0,0410 | 0,0516 | 0,0574 |

(1) Cuivre rouge haute conductibilité recouvert d'un guipage filin enduit, d'une tresse de filin et enduit noir.
(2) Cuivre étamé haute conductibilité, une couche caoutchouc naturel, une couche caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts d'un enduit.
(3) Cuivre étamé haute conductibilité, deux couches caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts d'un enduit.

Nota. — *Les nombres de ce tableau sont directement les coefficients à introduire dans les calculs. Ils se rapportent à des prix moyens et sont à modifier suivant le cours des matières premières.*

Pour des câbles spéciaux, le procédé d'évaluation est en tous points semblable. On se procure quelques prix de câbles au voisinage de ce qu'on suppose être conduit à employer, et on en déduit λ par les procédés ci-dessous.

Le coefficient $a$ est la somme du taux $a_1$ d'intérêt et du taux $a_2$ d'amortissement, tous deux rapportés à un capital immobilisé de 1 franc.

Le tableau III donne les valeurs usuelles de $a_1$.

Tableau III.

| Intérêt à | Intérêt de 1 fr. en un an. |
|---|---|
| 4 °/o l'an | 0,04 |
| 5 °/o — | 0,05 |
| 6 °/o — | 0,06 |

Le taux d'amortissement varie avec la durée de l'amortissement. On trouvera dans le tableau IV les valeurs qui se rapportent aux cas les plus usuels qu'on peut rencontrer. Il existe d'ailleurs des tables très complètes à ce sujet.

Tableau IV

| Nombre n des annuités de l'amortissement. | 4 °/o | 5 °/o | 6 °/o |
|---|---|---|---|
| 5 | 0,18467 | 0,18096 | 0,17635 |
| 10 | 0,08331 | 0,07956 | 0,07585 |
| 15 | 0,04995 | 0,04634 | 0,04307 |
| 20 | 0,03351 | 0,03030 | 0,02717 |
| 25 | 0,02401 | 0,02095 | 0,01822 |
| 30 | 0,01784 | 0,01505 | 0,01264 |
| 40 | 0,01052 | 0,00827 | 0,00646 |
| 50 | 0,00655 | 0,00477 | 0,00344 |

Nota. — Les nombres de ce tableau sont les valeurs en francs de l'annuité à payer pour amortir un capital de 1 franc en n années, lorsque le taux de l'intérêt est 4, 5 ou 6 °/o.

Dans la formule (30) figure encore le coefficient numérique 0,036. Rappelons que ce coefficient s'applique à du cuivre dont la résistivité à 0° serait 1,6 et pour une température de régime de 30° C. Si ces conditions différaient, il faudrait modifier ce coefficient en conséquence et nous avons donné à ce sujet, tout au début, les précisions nécessaires.

Le coefficient $n$ représente le nombre d'heures de l'année pendant lesquelles le courant $I$ circule dans la canalisation. Il est à apprécier dans chaque cas particulier. Il dépend de la nature des installations que dessert la canalisation.

Reste le coefficient $f$ qui représente le prix du watt-heure. Ici encore il faut distinguer. Il y a des cas où c'est le prix de revient du watt-heure,

d'autres où c'est son prix de vente, qu'il faut introduire dans la formule. Si, par exemple, une usine de production établit une canalisation pour son usage personnel, c'est évidemment le prix de revient qui est en jeu. Si, au contraire, la canalisation est destinée à un abonné, c'est le prix auquel cet abonné paie le watt-heure qui est à considérer.

Ch. Vallet.

*(A suivre.)*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ACCUMULATEURS

### Régénération des accumulateurs sulfatés.

Le *Telegraph and Telephone Age* signale un procédé de régénération des accumulateurs sulfatés, appliqué par MM. W. Bennet et D.-S. Cole, de Boston. Dans ce procédé, on dépose sur la plaque sulfatée de la soude caustique. A cet effet, on a recours à l'électrolyse en employant du sulfate de sodium comme électrolyte et on fait passer le courant dans l'élément, dans le sens du courant de charge. Par suite, il se forme de la soude caustique sur la plaque de plomb de l'accumulateur et de l'acide sulfurique sur la plaque de peroxyde de plomb du même accumulateur. Par litre d'eau chimiquement pure, on emploie 200 gr de sulfate de sodium. Les éléments d'accumulateurs les plus défectueux, lors d'essais du système précité, ont été chargés, 16 heures durant, avec le courant nécessaire pour une charge d'une durée de 8 heures. Pour une batterie d'accumulateurs particulièrement maltraitée, qui se composait de 52 éléments, le rendement, antérieurement au traitement ci-dessus, s'élevait à 42,5 0/0 et la capacité à seulement 50 0/0 des watts-heure garantis. Une fois le traitement achevé, le rendement s'était élevé à 81,1 0/0 et la capacité à 88,7 0/0 des watts-heure garantis. — G.

## AUTOMOBILISME

### Automobiles à commande électrique.

Depuis déjà quelque temps, des voitures automobiles utilisent le moteur à explosions pour la commande directe d'une dynamo qui fournit le courant nécessaire pour alimenter le ou les moteurs électriques actionnant les essieux.

Le courant d'excitation de l'inducteur de la dynamo est fourni par une petite dynamo excitatrice actionnée par le moteur à explosions.

Le réglage du courant d'excitation a pour effet de produire une variation correspondante de la différence de potentiel aux bornes de la dynamo et, par suite, une variation de la vitesse du moteur électrique actionnant la voiture.

On a remarqué qu'il était préférable, pour faire démarrer la voiture, de faire tourner le moteur à explosions à une vitesse angulaire inférieure à la normale et de ne l'augmenter que pendant le démarrage. Dans ces conditions, l'excitatrice, tournant lentement au début du démarrage, n'excite pas suffisamment la dynamo.

Afin d'éviter cet inconvénient, on installe en parallèle avec l'excitatrice une batterie d'accumulateurs qui peut être utilisée en même temps

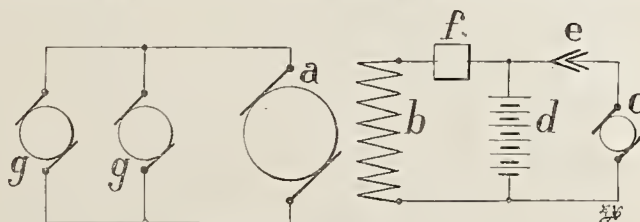



Fig. 92.

pour d'autres usages. Pour que la batterie ne puisse se décharger dans l'excitatrice, on intercale entre les deux un relais à retour de courant.

La figure 92 montre le schéma des connexions. La dynamo génératrice *a* est actionnée par le moteur à explosions qui n'est pas représenté sur la figure ; son inducteur *b* est alimenté par l'excitatrice *c* et la batterie d'accumulateurs *d* montée en parallèle ; *e* est un disjoncteur à retour de courant qui s'ouvre quand un courant tend à passer de la batterie dans l'excitatrice ; *f* est un démarreur et *gg* sont les moteurs électriques de traction.

La batterie *d* étant en parallèle avec l'excitatrice *c*, l'excitation de la dynamo *a* est constante et indépendante de la vitesse du moteur à explosions. Lorsque l'excitatrice *c* tourne à faible vitesse, sa tension n'atteint pas la valeur normale et l'inducteur *b* de la dynamo *a* est alimenté par la batterie *d* sous sa tension totale.

Dans ces conditions, le fonctionnement n'est pas compromis par un dérangement survenant dans l'excitatrice.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### L'électricité dans les mines d'étain de Cornish.

Pendant l'année dernière, on a observé enfin la cessation de la vieille routine qui avait toujours

prévalu aux mines d'étain de Cornish (Angleterre). Les ingénieurs reconnurent, en effet, que l'expérience, qui avait été acquise dans les autres industries, au point de vue de la commande électrique, pouvait trouver aussi bien son application dans ce cas particulier. C'est pourquoi, étant donné qu'une compagnie du voisinage peut fournir l'énergie et la distribuer à bon prix, on se dispose à accomplir d'importantes modifications dans le matériel. Tout récemment, un ingénieur a été nommé dans le but d'étudier la question au point de vue minier et de s'entendre avec la compagnie Cornwall Electric Power pour la fourniture du courant nécessaire. — A.-H.-B.

## ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

### RECHERCHES

#### Détermination de l'état électrique de l'intérieur du sol.

D'après les recherches effectuées par M. le Dr Lœwy, de l'Institut physique de l'Université de Gœttingen, rapporte l'*Elektrotechnische Anzeiger*, les roches constituant la masse principale de l'intérieur du sol sont perméables par les ondes électriques utilisées en radiotélégraphie. Seules les masses d'eau, les couches humides, avec les métaux et minerais capables de conduire le courant, ne livrent aucun passage aux ondes électriques ci-dessus. Par suite, ces dernières, comme le globe terrestre est presque complètement recouvert d'un sol humide ou de nappes liquides, ne peuvent pénétrer dans la terre, quand elles sont émises à partir de la surface; la pénétration n'est possible qu'aux points parfaitement secs, c'est-à-dire dans les déserts. D'autre part, si, dans ces dernières régions, on émet dans le sol des ondes électriques au moyen des appareils transmetteurs radiotélégraphiques, on pourra reconnaître la présence des masses liquides et minérales souterraines, car ces dernières réfléchiront les ondes. M. Lœwy, pour démontrer l'exactitude de sa théorie, est descendu dans une mine profonde et sèche de potasse située au-dessous de la nappe liquide, imperméable aux ondes électriques, des eaux souterraines; dans cette mine, il a pu télégraphier au travers de lits de roches sèches de 1800 m d'épaisseur; en outre, il a constaté que les ondes se trouvaient réfléchies par la couche humide placée au-dessus de lui. — G.

## ÉLECTROCHIMIE

#### Bétons et électrolyse.

La question des bétons suggère au *Times Engineering Supplement* les réflexions suivantes :

On considère généralement le béton comme un moyen efficace de protection contre l'humidité, comme une barrière infranchissable, mettant les constructions à l'abri de toutes détériorations hydrauliques. Nombre d'ingénieurs ont affirmé leur confiance en l'indestructibilité du béton; d'autres ont dû admettre, à contre-cœur, qu'en certains cas cette matière ne parvient pas à exclure les dommages causés par l'humidité.

De pareilles divergences d'opinion ont amené diverses sociétés et institutions savantes à étudier la question; leurs recherches tendent dès maintenant à renouveler la confiance qu'inspirait autrefois le béton de bonne qualité et à décourager les constructeurs qui emploient des méthodes hasardeuses pour mélanger, traiter et renforcer la matière employée. On a constaté que le ciment armé se fend dans le sens des lignes des tiges métalliques de renforcement quand il se trouve exposé, en présence de l'eau, à l'action d'un courant électrique d'une tension de plus de 1,5 volt.

Même là où on n'observe aucune électrolyse apparente, un béton mal composé peut ne pas donner les résultats espérés, surtout dans l'eau de mer et dans les eaux alcalines ou dans une ambiance remplie d'épaisses fumées. Une peinture ou le revêtement du béton avec une matière imperméable à l'eau ne parvient pas, généralement à donner une protection suffisante contre l'influence funeste de l'électrolyse; aussi les chimistes américains cherchent-ils en ce moment à découvrir des compositions efficacement protectrices que l'on introduirait dans la masse même du béton ou que l'on emploierait comme enveloppe protectrice. « C'est là, ajoute la feuille précitée, un vaste champ ouvert à l'activité des inventeurs anglais. » — G.

## ÉLECTROTHERMIE

#### Une petite cuisinière électrique idéale pour célibataires

L'*Elektrotechnische Anzeiger* publie les détails ci-après à propos d'une petite cuisinière électrique construite par la compagnie « General Electric » de Schenectady (Etats-Unis), qui se vend couramment en Allemagne au prix de 45 fr., y compris les accessoires tels que cuiller à sauce, etc.

Il s'agit d'un petit four nickelé que l'on peut installer sur une table et qui, quand il fonctionne sans avoir d'aliments à cuire, dégage par sa série de perforations une chaleur confortable. En levant le couvercle, on voit en dessous une bouillotte quadrangulaire qui donne la possibilité de faire cuire, par exemple, des œufs. Si on retire la bouillotte et que, au moyen de la poignée inférieure, on soulève le cadre de chauffe en le faisant tourner autour de sa charnière, on trouve en dessous, sur les quatre pieds qui, au reste, sont reliés ensemble par une tôle horizontale

destinée à protéger contre la chaleur la plaque de support en contact avec la table, une casserole ou lèchefrite qui est échauffée d'en haut par le rayonnement de la chaleur provenant du cadre de chauffe rabattu. Ce cadre porte un réchaud formé d'enroulements en fils dits de calorite et protégé, de chaque côté, par un réseau formé des barreaux réfractaires à la chaleur, qui empêchent la combustion. Dans la casserole est insérée une tôle ondulée, fendue au sommet des ondulations et ainsi rendue perméable comme un tamis. Cette dernière tôle se place, selon qu'on veut obtenir un rayonnement vif ou adouci de la chaleur, au-dessous ou au-dessus de la pièce de viande disposée dans la casserole.

Sur la face supérieure du cadre de chauffe, on peut faire griller des tranches de pain. Enfin, la face intérieure du couvercle de la cuisinière forme une lèchefrite excellente, étant donné que ledit couvercle, en aluminium, est nickelé seulement à l'extérieur, pour la cuisson d'œufs pochés, d'omelettes, etc. L'appareil peut se rattacher à une canalisation quelconque d'éclairage; il consomme 600 watts. — G.

## FORCE MOTRICE

### La question du combustible en Italie.

La *Rivista tecnica d'Elettricità* signale une intéressante conférence de M. le professeur Ivanhoe Cerutti, prononcée récemment devant l'Association chimique industrielle de Turin. Les explications du conférencier se résument essentiellement comme il suit :

L'Italie produit une quantité insignifiante d'anthracite indigène, à peine 3000 tonnes par an; mais son sous-sol contient au moins 100 millions de tonnes de tourbe, sans parler des vastes gisements de roches bitumineuses et de terres pétrolifères. Ce sont là des ressources précieuses que l'on peut et devrait exploiter avec le gazozène, avec le moteur Diesel qui ne tardera pas à trouver, dans tout le monde civilisé, un emploi excessivement étendu. D'autre part, comme la mise en valeur de ces dernières richesses minières ne parviendra pas à faire disparaître l'infériorité de l'Italie, en matière de combustible, à l'égard des autres pays, il convient de recourir encore à des moyens extraordinaires. Du moment que les procédés de gazéification Mond, Caro, etc., permettent d'employer comme combustible toute substance végétale, depuis la tourbe jusqu'à la paille, jusqu'aux feuilles d'arbres, aux résidus organiques industriels et aux ordures ménagères, pourquoi ne planterait-on point dans tous les endroits non cultivés du pays, — et ils représentent de vastes étendues, — des espèces botaniques convenables, d'une croissance rapide, lesquelles, recueillies à maturation et passées sous la presse hydraulique, donneraient partout les matières premières utiles pour la gazéification ? — G

## LAMPES

### Une innovation dans la construction des lampes à mercure Cooper-Hewitt.

On a déjà fréquemment tenté, lisons-nous dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, de combiner avec la lampe à mercure une autre forme de lampe qui fournirait à la lumière donnée par le mercure les rayons rouges et jaunes-rouges qui lui manquent. Or, la Compagnie Cooper Hewitt a réussi, dans ces derniers temps, à obtenir une lumière absolument semblable à celle donnée par le soleil en joignant à sa lampe tubulaire ordinaire une lampe au tungstène. Il s'agissait, dans cette combinaison, de joindre aux propriétés que présente par elle-même la lampe à mercure (un rendement mécanique et lumineux élevé avec une lumière fixe constante) une production exacte de toutes les couleurs. Comme on le sait, la lampe normale Cooper-Hewitt donne un effet à peu près double de celui de la lampe au tungstène, laquelle est, de son côté, la plus puissante des lampes à incandescence. La nouvelle combinaison, dite « lampe orthochromatique », présente un aspect extérieur agréable et n'exige qu'un entretien absolument insignifiant. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Radiotélégraphie Poulsen aux Etats-Unis.

On lit dans le *Times Engineering Supplement* que la Compagnie fédérale télégraphique, qui détient et exploite les brevets Poulsen aux Etats-Unis, vient d'installer deux stations radiotélégraphiques, l'une à San Francisco et l'autre à Honolulu. Chacune de ces stations comporte deux mâts de 130 m de hauteur, avec une antenne spéciale et des générateurs à arc Poulsen de 36 kw. Ces stations vont être incessamment mises à la disposition du public pour la transmission des correspondances privées. La distance de San Francisco à Honolulu est de 3800 km, alors que la côte ouest d'Irlande et la Nouvelle-Écosse ne sont éloignées l'une de l'autre que de 3200 km seulement. — G.

# Nouvelles

*Concession d'Etat accordée à la Compagnie lorraine d'électricité pour la construction et l'exploitation d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique dans diverses communes des départements de Meurthe-et-Moselle et des Vosges.*

Entre :

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, agissant au nom de l'Etat,

D'une part,

Et la Compagnie lorraine d'électricité, société anonyme au capital de 10 millions de francs, dont le siège social est à Nancy, 62 64, rue du Faubourg-Stanislas, représentée par M. Paul Bizet, administrateur, président du comité de direction, agissant en vertu des pouvoirs qui lui ont été conférés par délibération du conseil d'administration, en date du 10 décembre 1910,

D'autre part,

Il a été convenu et arrêté ce qui suit :

Art. 1er. — Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes concède à la Compagnie lorraine d'électricité, qui l'accepte, la construction et l'exploitation d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique, pour tous usages, dans les communes suivantes des départements de Meurthe-et-Moselle et des Vosges, sous réserve des droits nés de concessions antérieurement accordées par les communes.

1° Communes ou aucune concession antérieure n'existe.

*Département de Meurthe-et-Moselle.*

Affracourt, Anthelupt, Art-sur-Meurthe, Azezailles, Badonvillers, Bainville-aux-Miroirs, Bainville-sur-Madon, Barbonville, Bertrichamps, Blainville-sur-l'Eau, Bréménil, Brémoncourt, Buissoncourt, Burthecourt-aux-Chênes, Charmois, Chenvières, Clayeures, Coyvillers, Crépey, Damelevières, Deneuvres, Domptail, Einvaux, Erbéviller, Fenneviller, Ferrière, Flainval, Fléville, Flin, Frémonville, Froloy, Froville, Fraimbois, Gelacourt, Gellemoncourt, Germonville, Glonville, Goviller, Gripport, Haigneville, Hammeville, Haudonville, Haussonville, Hudiviller, Houdreville, Hériménil, la Chapelle, Lamath, Landécourt, Laronxe, Lenoncourt, Lorey, Mézières-lès-Toul, Manoncourt-en-Vermois, Marthémont, Méhoncourt, Méréville, Merviller, Moncel-sur-Seille, Mont-sur-Meurthe, Ochey, Parey-Saine-Césaire, Parux, Petitmont, Pexonne, Quevilloncourt, Rahainviller, Réméréville, Richarménil, Romain, Saffais, Saint-Clément, Saint-Mard, Selaincourt, Sornéville, Tantonville, Thélod, Thiaville, Thuilley-aux-Groseilles, Tonnoy, Vacqueville, Val-et-Chatillon, Vathiménil, Velle-sur-Moselle, Vézelise, Vigneules, Villacourt, Ville-en-Vermois, Virecourt, Viterne, Vitrey, Vitrimont, Xermaménil, Xirecourt.

*Département des Vosges.*

Arches, Archettes, Anould, Avillers, Biffontaine, Bru, Brantigny, Bousurulles, Beulay, Bertrimoutiers, Ban-sur-Meurthe, Chamagne, Châtel-sur-Moselle, Chavelot, Cheniménil, Combrimont, Clefcy, Dogneville, Docelles, Deycimont, Deuvillers, Essegney, Etival, Fays, Frapelle, Girmont, Grandvillers, Igney, Jarménil, Jeuxey, Langley, le Roulier, Lépanges, Laval, Laveline-devant-Bruyères, la Chapelle-devant-Bruyères, les Poulières, la Houssière, la Baffe, la Voivre, la Petite-Raon, le Mont, le Sauley, Lesseux, la Croix-aux-Mines, Moriville, Moyemont, Mazirot, Mattaincourt, Moussey, Nomexy, Neuviller-sur-Fave, Pair-et-Grandrupt, Portieux, Pouxeux, Prey, Poussey, Provenchères-sur-Fave, Plainfaing, Rehaincourt, Romont, Rugney, Remomeix, Raves, Saint-Laurent, Saint-Léonard, Saulcy-sur-Meurthe, Sainte-Marguerite, Saint-Michel-sur-Meurthe, Saint-Genest, Saint-Gorgon, Saint-Benoît, Sainte-Barbe, Saint-Rémy, Socourt, Ubexy, Vincey, Vaxoncourt, Vienville, Villers, Vieux-Moulin.

2° Communes ou le privilège de l'éclairage a déja été accordé.

*Département de Meurthe-et-Moselle.*

Baccarat, Bayon, Blamont, Bicqueley, Choloy, Dombasle, Domgermain, Ecrouves, Foug, Gye, Laneuveville-devant-Nancy, Lay-Saint-Rémy, Ménillot, Rozières-aux-Salines, Saint-Nicolas-du-Port, Toul, Varangéville.

*Département des Vosges.*

Beauménil, Corcieux, Champ-le-Duc, Fiménil, Golbey, la Neuveville-les-Raon, Raon-l'Etape et Saint-Dié.

3° Communes ou la concession antérieure a été rétrocédée a la Compagnie lorraine d'électricité.

*Département de Meurthe-et-Moselle.*

Gerbéviller.

*Département des Vosges.*

Bruyères, Charmes.

4° COMMUNES OU ANTÉRIEUREMENT A LA LOI DU 15 JUIN 1906, IL A ÉTÉ OCTROYÉ A LA FOIS LE PRIVILÈGE DE L'ÉCLAIRAGE ET LE PRIVILÈGE DE LA FORCE MOTRICE.

*Département de Meurthe-et-Moselle.*

Virey-sur-Vézouse, Lunéville, Moncel-les-Lunéville.

*Département des Vosges.*

Ban-de-Laveline, Epinal, Fraize, Mirecourt, Moyenmoutier, Senones, Rambervillers, Thaon-les-Vosges.

Art. 2. — La Compagnie lorraine d'électricité s'engage à exécuter et à exploiter ce réseau de distribution dont le tracé figure au plan joint au dossier dans les conditions du cahier des charges annexé à la présente convention.

Le cahier des charges est conforme au cahier des charges type annexé au décret du 20 août 1908.

Art. 3. — La Compagnie lorraine d'électricité s'engage à réserver, par priorité, une puissance de 20 000 kw de son usine de Vincex, pour alimenter le réseau de distribution publique d'énergie électrique faisant l'objet de la présente concession.

Fait en double à Paris, le 1er juillet 1912.

*Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,*

Signé : Jean DUPUY.

*Le concessionnaire,*

Signé : BIZET.

*
* *

*Concession d'Etat accordée à la Société anonyme « Energie électrique de Meuse et Marne » pour la construction et l'exploitation d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique dans diverses communes des départements de la Haute-Marne, de la Marne et de la Meuse.*

Entre :

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, agissant au nom de l'Etat,

D'une part;

Et M. Guyard, président du conseil d'administration de la Société anonyme « Energie électrique de Meuse et Marne » dont le siège est à Saint-Dizier, agissant au nom de cette société en vertu des pouvoirs qu'il a reçus,

D'autre part;

Il a été convenu ce qui suit :

Art. 1er. — Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes concède à la société « Energie électrique de Meuse et Marne » qui l'accepte, sous réserve des droits nés des concessions antérieurement accordées par les communes, la construction et l'exploitation d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique :

Pour tous usages dans les communes de :

*Dans le département de la Haute-Marne.* — Bettancourt, Chancenay, Chamouilley, Perthes, Hallignicourt, Valcourt, Hoéricourt, Moëslains, Eclaron, Humbécourt, Allichamps, Louvemont, Attancourt, Montreuil-sur-Blaise, Rachecourt-sur-Blaise, Vaux-sur-Blaise, Bailly-aux-Forges, Suzémont, Doulevant-le-Petit, Ville-en-Blaisois, Dommartin-le-Franc, Courcelles-sur-Blaise, Baudrecourt, Charmes-la-Grande, Charmes-en-l'Angle, Brachay, Flammerécourt, Roches-sur-Marne, Eurville, Bienville, Prez-sur-Marne, Lanouville-à-Bayard, Gourzon, Fontaines-sur-Marne, Sommeville, Rachecourt-sur-Marne, Chevillon, Breuil-sur-Marne, Curel, Chatonrupt, Autigny-le-Petit, Autigny-le-Grand, Vecqueville, Thonnance-les-Joinville, Suzannecourt, Rupt, Fronville, Saint-Urbain, Mussey-sur-Marne, Donjeux, Rouvroy, Gudmont, Villiers-sur-Marne, Brousseval, Saint-Dizier.

*Dans le département de la Meuse.* — Baudonvilliers, Saudrupt, Brillon, Combles, Savonnières-devant-Bar, Longeville, Tannois, Guerpont, Tronville-en-Barrois, Givrauval, Menaucourt, Naix-aux-Forges, Longeaux, Villers-le-Sec, Dammarie, Savonnières-en-Perthois, Juvigny-en-Perthois, Cousances-aux-Forges, Cousancelles, Villes-sur-Saulx, Lisle-en-Rigault, Trémont, Beurey, Couvonges, Mognéville, Bazincourt, Rupt-aux-Nonains, Ancerville, Ligny-en-Barrois, Nançois-le-Petit, Velaines.

*Dans le département de la Marne.* — Pargny-sur-Saulx, Plichancourt, Frignicourt, Luxémont-Villette, Matignicourt-et-Goncourt, Orconte, Sapignicourt.

Pour tous usages autres que l'éclairage public ou privé, dans les communes de :

*Dans le département de la Haute-Marne.* — Joinville, Wassy.

*Dans le département de la Meuse* — Revigny, Haironville, Robert-Espagne, Contrisson, Andernay, Bar-le-Duc.

*Dans le département de la Marne.* — Vitry-le-François, Brusson, le Buisson-sur-Saulx, Bignicourt, Ponthion, Vitry-en-Perthois, Etrepy, Sermaize.

Art. 2. — La société s'engage à exécuter et à exploiter le réseau de distribution dont le tracé figure au plan joint au dossier, sous réserve des modifications qui pourraient résulter du projet définitif à soumettre au service du contrôle, dans les conditions du cahier des charges annexé à la présente convention.

Art. 3. — Sous réserve des cas particuliers qui seraient soumis à l'examen du contrôle, la société s'engage à ne fournir l'énergie aux concessionnaires communaux actuels, détenant un monopole, qu'après leur avoir fait accepter les prix du cahier des charges ci-annexés, majorés de 10 à 20 0/0 en plus, à la condition toutefois que le même engagement soit pris par les concurrents éventuels.

Fait en double, à Paris, le 2 août 1912 :

*Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,*

Signé : Jean Dupuy.

Pour la société concessionnaire :
*Le président du conseil d'administration,*

Signé : Guyard.

***

### Installations en projet.

Annappes (Nord). — Une distribution d'énergie électrique va être installée dans cette localité. (Commune de 2956 habitants, du canton de Launoy, arrondissement de Lille.)

Bagnères-de-Luchon (Haute-Garonne). — L'avant-projet d'établissement d'une ligne de tramways électriques allant de la gare à celle du funiculaire de Superbagnères est soumis à l'enquête d'utilité publique. (Chef-lieu de canton de 3465 habitants de l'arrondissement de Saint-Gaudens.)

Blida (Algérie). — La commune de Blida est autorisée à utiliser les chutes du bassin supérieur de l'oued El Kebir, donnant un débit d'étiage de 50 litres par seconde, pour actionner l'usine de production d'énergie électrique destinée à alimenter Blida. (Chef-lieu de canton de 31193 habitants, de l'arrondissement et du département d'Alger).

Bruay (Pas-de-Calais). — L'usine génératrice va être mise en service. Elle produira des courants triphasés sous 5000 volts à la fréquence de 50 périodes. Elle doit aussi fournir du courant à la Société béthunoise d'éclairage et d'énergie. (Commune de 16544 habitants du canton de Houdain, arrondissement de Béthune.)

Celles-sur-Belle (Deux-Sèvres). — Il vient de se former une Société locale pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 1562 habitants de l'arrondissement de Melle.)

Déols (Indre). — Un projet de concession d'éclairage électrique vient d'être mis à l'enquête. (Commune de 2681 habitants du canton et de l'arrondissement de Châteauroux.)

Douai (Nord). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable à l'installation d'une ligne de tramways électriques allant de Douai à Waziers et à Lallaing. (Chef-lieu d'arrondissement de 33247 habitants.)

Gourin (Morbihan). — Le projet d'éclairage électrique présenté par M. Chabey vient d'être approuvé par la municipalité. (Chef-lieu de canton de 5053 habitants de l'arrondissement de Pontivy.)

Gréoux (Basses-Alpes). — M. Garcin, concessionnaire de l'éclairage électrique, a cédé sa concession à la Société l'Energie électrique du littoral méditerranéen. (Commune de 995 habitants, du canton de Valensole, arrondissement de Digne.)

Lagny (Seine-et-Marne). — Le concessionnaire du gaz va distribuer l'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 5560 habitants, de l'arrondissement de Meaux.)

Laignes (Côte-d'Or). — Le Conseil municipal a décidé d'entrer en pourparlers avec une Société d'éclairage électrique pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 1186 habitants de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine.)

Lodève (Hérault). — Le Conseil municipal n'a pas accepté les propositions faites par la Compagnie du gaz pour une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 7395 habitants.)

Louhans (Saône-et-Loire). — La Société la Dressane électrique va installer prochainement une usine génératrice. (Chef-lieu d'arrondissement de 4494 habitants.)

Mayenne (Mayenne). — Le Conseil municipal a retenu en principe le projet de distribution d'énergie électrique présenté par le concessionnaire de l'usine à gaz. (Chef-lieu d'arrondissement de 10020 habitants.)

Montcy-Saint-Pierre (Ardennes). — La Société l'Est électrique vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 1221 habitants, du canton de Charleville, arrondissement de Mézières.)

Montereau (Seine-et-Marne). — Une distribution d'énergie électrique va être établie par la Société Gaz et Eau. (Chef-lieu de canton de 8213 habitants de l'arrondissement de Fontainebleau.)

Saint-Brieuc (Côtes-dn-Nord). — La municipalité va discuter le projet d'installation et d'exploitation d'une usine électrique. (Chef lieu du département, 23041 habitants).

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^t-JACQUES.

# La télégraphie militaire aux Etats-Unis.

L'armée des Etats-Unis comporte une organisation spéciale, le *Signal Corps*, qui est chargé d'assurer la construction, l'entretien et l'exploitation des différents systèmes de télécommunication : télégraphie électrique, radiotélégraphie, téléphonie, signaux optiques et acoustiques.

Le *Signal Corps* a, en outre, dans ses attributions tous les appareils électriques des phares ainsi que ceux du service de l'artillerie de campagne et de défense des côtes.

Lorsque les lignes militaires n'ont pas de transmissions officielles ou de service à écouler, leurs stations reçoivent et transmettent les télégrammes de commerce et privés.

Dans une conférence faite à la section de Philadelphie de l'*American Institute of Electrical Engineers*, le major George O. Squier du *Signal Corps* a donné des renseignements intéressants sur le service de la télégraphie militaire aux Etats-Unis, service qui présente un développement considérable qu'aucune puissance européenne n'a encore atteint. Nous extrayons de cette intéressante communication les renseignements qui suivent.

**Réseau de l'Alaska.** — Le *Signal Corps* a construit, entretient et exploite le réseau qui part de Washington pour desservir l'Alaska. Ce grand réseau est ouvert au service privé aussi bien qu'aux communications officielles.

Il comporte actuellement environ 4200 km de câbles télégraphiques sous-marins, 1800 km de lignes aériennes et 9 stations de radiotélégraphie.

Ce réseau est divisé en quatre sections placées sous la d rection d'officiers du *Signal Corps*. Les sièges de ces directions sont respectivement à Valdez, Fairbanks, Fort-Gibbon et Saint-Michel.

La première section se compose des lignes de Valdez à Paxson.

La deuxième section comprend les lignes de Paxson à Glen, de Fort-Egbert à Boundary, ainsi que les stations de télégraphie sans fil de Fairbanks, Circle et Fort-Egbert.

La troisième section a les lignes de Glen à Kaltag, ainsi que la station radiotélégraphique de Fort-Gibbon.

Enfin, la quatrième section comporte les lignes situées à l'ouest de Kaltag et les stations de télégraphie sans fil de Saint-Michael, Nome et Kotlik.

**Radiotélégraphie.** — Le *Signal Corps* est chargé de la construction, de l'installation et du fonctionnement de la radiotélégraphie militaire.

Ou utilise les différentes méthodes de radiotélégraphie ainsi que des installations à poste fixe et des installations transportables à dos de mulet pour le service de la cavalerie, afin de permettre à cette dernière de communiquer soit avec les stations fixes qui se trouvent le long de la rivière Yukon dans l'Alaska, soit avec les postes militaires des Etats-Unis.

Dans un but stratégique, on a édifié des stations radiotélégraphiques de grande puissance au Fort-Leavenworth, au Fort-Riley (Kansas) et au Fort-Omaha. La station de San-Antonio est en construction. Ces stations ont toutes une portée de 1000 à 1500 km en tout temps.

Indépendamment de ces stations, le *Signal Corps* a sous sa direction :

1° Douze autres stations dans les Etats-Unis, parmi lesquelles celles du laboratoire du Signal Corps à Washington et celle du *Bureau Standards*, également à Washington, sont affectées aux essais et expériences; aucune de ces stations n'est ouverte au service public;

2° Dix stations dans l'Alaska, toutes ouvertes au service public;

3° Six stations dans les îles Philippines affectées exclusivement aux transmissions officielles;

4° Quatorze stations pour le service des transports militaires aux Etats Unis et ouvertes au service public;

5° Cinq stations desservant les batteries d'artillerie de côte sont exclusivement affectées aux transmissions militaires.

**Réseau des îles Philippines.** — Lors de la guerre hispano-américaine, le *Signal Corps* fut chargé de l'installation des lignes télégraphiques, ces îles n'ayant qu'un réseau télégraphique insuffisant Le *Signal Corps* les couvrit alors d'un grand réseau de lignes aériennes.

En 1900, le *Burnside*, navire spécialement aménagé pour la pose des câbles sous-marins, fut envoyé à Manille emportant le premier câble fabriqué aux Etats Unis. En l'espace de trois ans, toutes les îles du groupe furent reliées entre elles et le réseau établi ne comportait pas moins d'environ 10 000 km de lignes aériennes et 2300 km de câbles sous-marins.

Jusqu'en 1907, le *Signal Corps* assura l'entretien de ce vaste réseau qui, sauf quelques lignes

stratégiques, fut repris à cette époque par l'administration civile.

**Ecole spéciale des signaux.** — L'instruction technique des officiers du *Signal Corps* et de quelques autres de l'armée des Etats-Unis leur est donnée dans une école spéciale installée au fort Leavenworth où se trouvent également l'Ecole militaire, l'Ecole d'état-major, l'Ecole du génie militaire et celle des médecins d'armée. Cette centralisation permet ainsi au *Signal Corps* de diriger ses études et recherches avec le concours des autres armes.

L'Ecole des signaux instruit ses élèves de manière à les rendre spécialement aptes à effectuer des recherches et des essais pratiques sur tous les modes de communications à distance et aussi à répandre dans leur corps de troupe, l'enseignement spécial qu'ils doivent posséder.

**Service du « Signal Corps » aux armées.** — En campagne il n'y a qu'un seul facteur qui reste invariable, c'est la résistance physique individuelle du soldat.

Les progrès dans l'art de la guerre consistent, en utilisant les leçons du passé, à réaliser certaines dispositions fondamentales, dont l'application traduit l'importance et à préparer ces dispositions dès le temps de paix.

La portée et la précision des feux de l'artillerie moderne et la grande étendue du terrain sur lequel évoluent les troupes mettent le commandant en chef en présence de masses énormes avec une complexité d'opérations multiples. Un général d'armée n'a pas seulement à envisager la stratégie et la tactique à employer, le plan de campagne et l'étude du terrain; il lui faut, en plus, mettre en œuvre les nombreux services qui touchent de si près au bon fonctionnement de cette immense machine qu'est une armée.

L'importance du service d'état-major est devenue telle, que de son organisation, de sa valeur et de son degré d'instruction dépendra, en grande partie, le sort des rencontres futures.

Grâce à la science moderne, un général en chef et son état-major peuvent avoir aujourd'hui immédiatement sous la main tout ce qui est nécesssaire pour utiliser la quantité de renseignements qui lui sont transmis aussi bien du front des troupes que de l'arrière.

Les divers systèmes de télécommunication électrique sont aujourd'hui des procédés sûrs et certains qui permettent à un général en chef de recevoir toutes informations et de les utiliser pour diriger à tout instant les différentes unités de son armée.

Avec la complexité des opérations multiples d'une armée, il est nécessaire que le général en chef puisse se rendre compte, sans trop d'efforts, du panorama complexe et toujours changeant de l'emplacement occupé par ses troupes, afin de pouvoir diriger leurs mouvements, ainsi que ceux de tous les services auxiliaires. En effet, avec une armée importante, un général en chef se trouve généralement à une distance de 16 à 50 km du front et les quartiers généraux des différents corps se trouvent le plus souvent assez éloignés.

Lors des manœuvres effectuées en 1911 à Léon-Spring, dans le Texas, on établissait des graphiques qui permettaient au commandant en chef de se renseigner très rapidement. Ces graphiques, établis journellement par le *Signal Corps* d'après les télégrammes militaires transmis et reçus, donnent un plan exact de l'emplacement des corps de troupe qui est remis au chef d'état-major dès que la manœuvre est terminée et qui possède ainsi tous les renseignements nécessaires pour pouvoir établir les ordres pour le lendemain.

La cavalerie utilise surtout les appareils de radiotélégraphie; l'infanterie et les quartiers généraux emploient la télégraphie électrique. C'est par la télégraphie électrique que les mouvements des unités étaient ordonnées dans les divers quartiers généraux temporaires et ces mouvements étaient ensuite reportés sur les cartes d'état-major par un officier du *Signal Corps*.

**Laboratoires.** — Le *Signal Corps* possède un laboratoire et un bureau de types-étalons d'appareils. Le laboratoire est muni des appareils les plus récents de radiotélégraphie et de radiotéléphonie et l'on a, depuis peu, installé un autre laboratoire avec les mêmes appareils. Une ligne téléphonique de 12 km relie aussi ces deux laboratoires.

Le laboratoire principal possède un alternateur à haute fréquence pouvant fonctionner à des fréquences de 20 000 à 100 000 périodes par seconde. Le rotor, de 0,30 m de diamètre, a une vitesse angulaire de 20 000 tours par minute pour produire des courants à la fréquence de 100 000 périodes. Pour compenser la réactance de l'induit qui est de 5,4 ohms lorsque le courant a une fréquence de 100 000 périodes, on utilise un condensateur de 0,3 microfarad.

J.-A. MONTPELLIER.

# Tracteurs électriques autonomes à récupération mutuelle

Système Robert SIMON

Ces tracteurs sont destinés aux exploitations minières de toute nature qui empruntent, sur tout ou fraction de leur parcours, pour le transport des minerais, une ligne en plan incliné.

Deux conditions sont à remplir :

1° Le niveau de l'extraction doit être supérieur au niveau du plan de décharge;

2° La pente doit varier de 25 à 120 mm par mètre.

Dans les exploitations où la pente varie de 120 à 500 mm, on sait que les trains chargés font monter les trains vides par l'intermédiaire d'un câble reliant les deux trains et passant sur une poulie à gorge placée au niveau du plan d'extraction.

Malheureusement, lorsque la pente est longue et inférieure à 120 mm par mètre, le câble ne peut plus être employé par suite de ses frottements sur les rouleaux de guidage et si, sur ce parcours se trouvent des courbes, le rendement d'un tel système est très défectueux.

Il faut donc, pour faire monter les trains vides, avoir recours à la traction animale, à vapeur, à air comprimé ou électrique.

L'application du principe énoncé plus haut à la traction électrique est le suivant.

Le train descendant chargé est muni, à l'avant, d'une locomotive électrique; les wagonnets chargés poussent la locomotive dont les roues se mettent à tourner et actionnent, par suite, les dynamos-séries qui vont débiter du courant. Ce courant est renvoyé dans la ligne et recueilli par le train montant à vide, identique au train descendant.

Ces trains utilisent simplement la reversibilité des machines électriques, puisqu'ils sont simultanément : générateurs et moteurs.

Les moteurs-séries tournent en sens inverse de la marche en dynamo, sans changer le sens du courant, soit dans l'induit, soit dans l'inducteur; d'autre part, les tracteurs sont autonomes, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas besoin, pour fonctionner, d'un trolley au plan de décharge et au plan d'extraction.

Pour remplir cette condition, il faut un servomoteur qui assure la marche du train en palier, moteur qui est constitué par un moteur à explosions, d'un modèle économique (benzine, pétrole, etc.).

Comme on peut le voir, la ligne n'a pas besoin d'être en plan incliné sur toute sa longueur : elle peut être en palier, même en montée, avant d'arriver à la pente. Ces moteurs sont de puissance réduite par rapport aux moteurs électriques; ils entraînent donc le convoi à faible vitesse.

Ces trains électriques fonctionnent sans usine génératrice et sans accumulateurs.

**Adhérence.** — En réalité, la question est plus complexe, car des problèmes d'adhérence interviennent et, par suite des études faites, il faut que tout le poids du train soit adhérent, c'est-à-dire que les aspérités des voies sur les bandages des roues doivent former des engrenages minuscules de façon à éviter tout glissement.

En effet, si l'on employait le procédé ordinaire, c'est-à-dire une locomotive électrique qui nécessite une usine génératrice, la récupération se fait, mais le rendement est loin d'atteindre celui des tracteurs autonomes.

Soit une certaine puissance mécanique prise aux roues, que l'on transforme en énergie électrique par l'intermédiaire d'un engrenage et d'une dynamo : si la puissance ainsi utilisée est faible, les roues tourneront; si, au contraire, la puissance est assez considérable par rapport au poids faible de la locomotive, les roues patineront sur le rail à la descente et à la montée.

On est donc amené à rendre, suivant la pente, une partie ou toutes les roues de wagonnets motrices et à transmettre leur mouvement à la locomotive par l'intermédiaire d'arbres creux et de cardans.

**Description.** — La locomotive électrique est représentée en coupe longitudinale sur la figure 93.

Comme on l'a déjà dit, ce sont les wagonnets qui transmettent leur mouvement à la locomotive par l'intermédiaire d'une démultiplication d'engrenages (d'un système spécial), d'arbres creux et de cardans. Le mouvement est donc reçu par les engrenages principaux L et N qui le transmettent aux dynamos D et $D_1$.

Ces dynamos sont excitées en série, de façon

que, pour la marche en moteur, le couple moteur soit très grand au démarrage.

La dynamo D est accouplée avec un survolteur V qui sert à compenser la chute ohmique de la ligne de façon qu'il arrive aux moteurs du train montant, la même tension que celle produite lors de la marche en dynamo. On sait, d'autre part, que si l'on a une machine fonctionnant successivement comme moteur et comme dynamo avec une même différence de potentiel aux bornes, on obtient des vitesses différentes et la plus faible vitesse correspond à la marche en moteur.

Or, comme les deux trains doivent marcher relativement à la même vitesse, on shunte les inducteurs pour la marche en moteur.

La suspension des carters est faite par le nez et les secousses sont donc ressenties par les carters, les arbres à la cardan coulissant les uns dans les autres par l'intermédiaire d'arbres creux et d'arbres pleins.

En C se trouve le coupleur dont le schéma est représenté figure 94. Le moteur à explosion M sert à assurer l'autonomie complète de la locomotive au cas où le courant manque.

Le réservoir K contient l'essence et, par la pesanteur, l'essence est envoyée au carburateur qui renvoie le mélange gazeux à chaque aspiration du moteur.

E est le réservoir d'eau muni d'un radiateur qui dépasse les côtés de la locomotive. Le moteur à explosions est fixé au châssis de la machine.

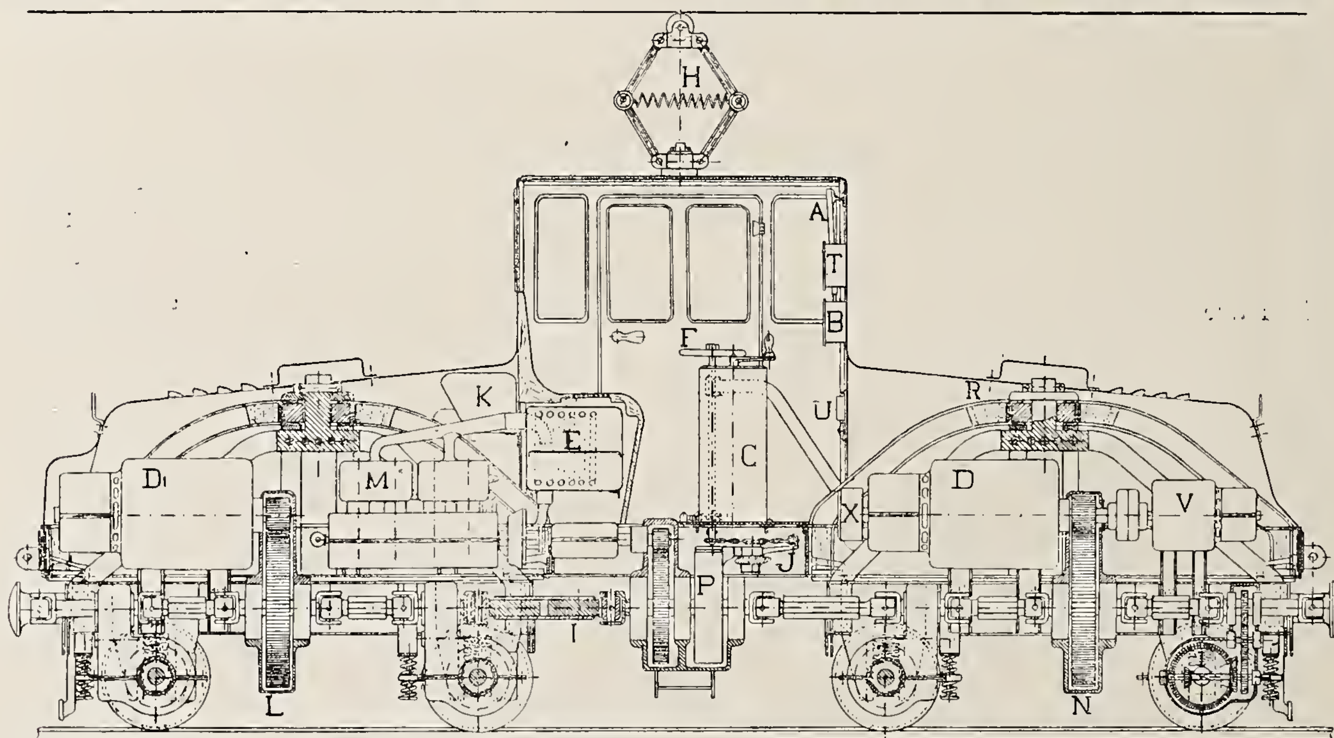



Fig. 93. — Coupe longitudinale de la locomotive électrique.

Le moteur D, le survolteur V et le deuxième moteur $D_1$ sont fixés aux boggies de la locomotive.

L'axe d'un boggie est représenté en R. On peut remarquer un coulisseau en coupe, qui est maintenu par 2 fers en U et qui sert à permettre au châssis de la locomotive de pouvoir avoir un jeu latéral de 0,02 cm lorsque la machine passe dans les courbes; bien entendu, le coulisseau est dans l'axe de la machine et maintenu par des ressorts.

Les carters moteurs de la locomotive ont une démultiplication d'engrenages qui est triple, de façon à pouvoir placer les engrenages principaux N et L et par suite à surélever les dynamos.

Sous les wagonnets, la démultiplication est simple, tandis qu'elle est triple dans la locomotive, afin de ne pas changer les sens de rotation.

En X se trouve enfermé un régulateur à force centrifuge qui a pour but de faire débiter les dynamos-séries, sur une faible résistance, en cas d'accident dans la descente, accident provenant de la vitesse.

En F est le frein qui, par l'intermédiaire du levier J et du tambour P, transmet son effort à l'arbre de transmission.

B est un compte-tours qui permet au mécanicien du train descendant de brancher, au moment voulu, le courant sur la ligne. Cet appareil tient lieu de voltmètre, puisque la différence de potentiel est fonction de la vitesse.

T est le voltmètre qui est utilisé par les mécaniciens des deux trains pour savoir si la marche est normale, puisque dans une dynamo-série, plus le débit augmente, plus la différence de potentiel augmente jusqu'à saturation des inducteurs.

A est un miroir qui, placé devant le mécanicien, lui permet de voir derrière lui.

U représente la sonnerie de concordance et H le frotteur de prise de courant à parallélogramme (pantographe).

Comme les tampons sont placés au niveau des wagonnets et par conséquent sont disposés sur les boggies des locomotives, on peut remarquer qu'un choc violent peut abîmer l'axe du boggie, aussi a-t-on placé des rouleaux entre les fers en U des boggies et du châssis.

La figure 94 représente l'équipement électrique complet d'un tracteur électrique autonome à récupération mutuelle.

Dans la position 3, la résistance est éliminée et dans les positions 4, 5, 6, les moteurs sont groupés en parallèle avec intercalation de deux résistances placées en dérivation et en série sur le circuit des moteurs en parallèle.

Dans les positions 7, 8, 9, les inducteurs sont shuntés afin d'obtenir la même vitesse que celle du train descendant.

L'appareil de freinage électrique X ne fonctionne que pour l'excès de vitesse pour la marche dans la descente, aussi n'est-il mis en circuit que pour la marche en dynamo.

En S se trouve le voltmètre de 120 volts placé en série sur une résistance R. Cet instrument mesure la différence de potentiel aux bornes d'une dynamo.

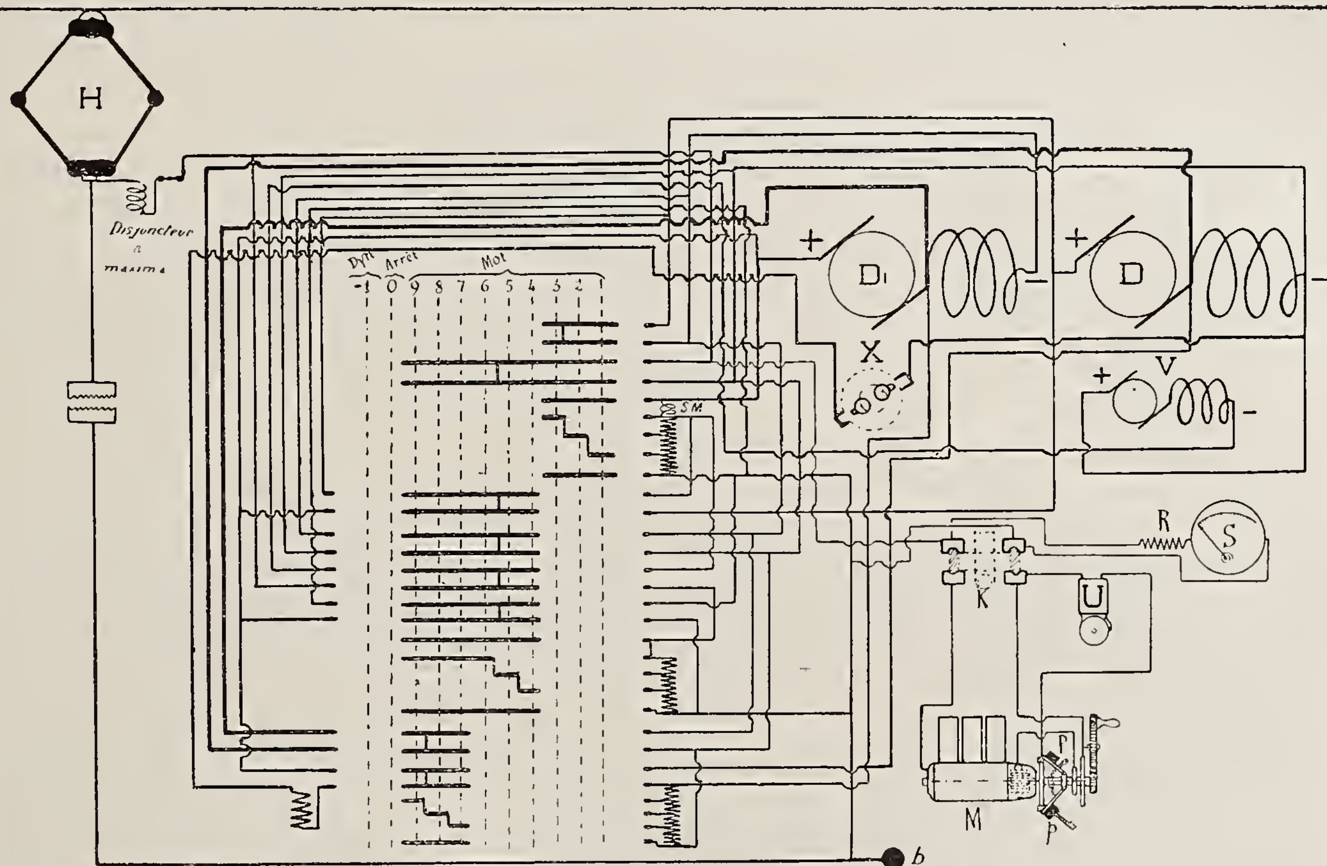



Fig. 94. — Schéma des connexions du coupleur.

Le retour du courant se fait par la terre, par l'intermédiaire de la liaison *b* du câble sur le châssis; le frotteur de prise de courant est représenté en H.

Dans la position 1 de la manette du coupleur, les connexions sont établies pour la marche en dynamo; ces dernières sont en parallèle, un fil d'quilibre relie les deux balais qui communiquent avec les inducteurs; le survolteur est introduit automatiquement sur la ligne.

Dans la position 0 le coupleur est à l'arrêt.

Les positions 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, représentent les contacts pour la marche en moteur.

Dans les positions 1, 2, 3, les moteurs sont placés en série avec une résistance qui est montée en série avec la bobine de soufflage magnétique.

Le couple antagoniste de cet appareil doit être assez fort, de façon à éviter que les secousses ne viennent fausser les lectures.

La puissance qu'il consomme avec sa résistance est de l'ordre de 10 watts.

**Système de concordance des trains.** — Il faut que les deux mécaniciens sachent s'ils sont arrivés au plan incliné, sans cela le mécanicieu du train descendant pourrait faire marcher ses machines à vide, au cas où le train montant ne serait pas encore arrivé.

L'appareil indicateur se compose d'une magnéto à courant continu, commandée par une paire d'engrenages, l'un des pôles est à la masse;

Sur son axe sont calés des interrupteurs automatiques; dans la position indiquée sur la figure, le mécanicien du train montant attend le signal du train descendant, de façon à savoir s'il doit démarrer, et c'est la sonnerie U qui donnera le signal. Supposons qu'il veuille dire au train descendant qu'il est sur le fil; il fait tourner la magnéto, les poids $p$ s'écartent en coupant le courant de la sonnerie et en le mettant sur la ligne, et la sonnerie du train descendant va fonctionner.

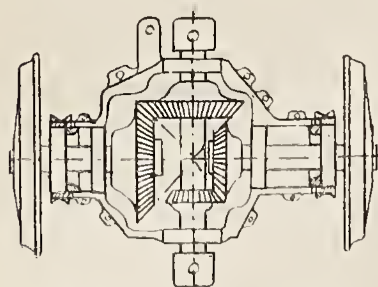


Fig. 95. — Carter moteur.

En K se trouve un pont-contact pour la sonnerie; en dessous de ce pont est figuré, en pointillé, la poignée du coupleur, de sorte que le mécanicien ne peut démarrer sans enlever ce pont et, par suite, la sonnerie ne risque pas d'être détériorée.

La figure 95 représente un carter moteur ouvert placé sous un wagonnet.

Les engrenages en acier et taillés baignent dans l'huile et ont, par suite, un excellent rendement.

Comme on peut le remarquer, les roues tournent dans le même sens pour un sens de rotation déterminé de l'arbre à cardan.

Les deux paires d'engrenages droits ont même rapport de démultiplication.

Le plus petit pignon est taillé dans l'arbre.

Le but de cet appareil est de multiplier proportionnellement à l'effort de chaque roue. Ainsi si chaque roue développe 0,5 cheval, le rendement des engrenages étant pris égal à 0,9, la puissance des deux roues fournit à l'arbre :

$$2(0,5 \times 0,9) = 0,9 \text{ cheval.}$$

Si la multiplication avait été double, on n'aurait eu que :

$2\ (0,5 \times 0,9 \times 0,9) = 0,8$ cheval récupéré et l'on voit que, sur un nombre d'essieux assez considérable, la puissance retrouvée est assez grande.

Afin de supprimer les engrenages N et L qui sont la cause d'une baisse de rendement pour la locomotive électrique (voir fig. 93) l'auteur préconise le système indiqué figure 96.

Ce système de boggie permet de supprimer les engrenages L et N et consiste en un moteur multipolaire qui fait tourner directement l'arbre à la cardan et entraîne ce dernier à une vitesse raisonnable; on sait que dans un moteur plus il y a de pôles, plus la vitesse diminue.

Il n'y a plus qu'une triple démultiplication dans un carter de boggie; ce carter actionne directement par ses engrenages ceux de la deuxième roue et l'arbre qui relie les deux roues passe entre deux pôles.

La suspension est montée aussi par le nez.

Le ressort fixé au châssis par le fer $a$ doit avoir une pression assez considérable sur le carter, de manière à équilibrer le poids du moteur qui est maintenu par un ressort moins fort, fixé au châssis par le fer $b$.

En résumé, au sujet de la transmission, on obtient un bon rendement pour les paliers qui sont à billes et pour les engrenages qui baignent dans l'huile et sont enfermés dans des carters hermétiques; les têtes de cardan sont protégées par des gaînes de cuir.

*L'accrochage des wagonnets* comporte un cardan fixe à coulisse et percé de trous, et un second cardan qui fait partie de l'arbre et qui est à coulisse, de sorte que, dès que les wagonnets sont rapprochés et si les axes des cardans ne sont pas dans le même plan, on peut faire combiner le cardan en ayant soin, au préalable, de faire avancer ou reculer le wagonnet. Une fois le cardan posé, on met l'attache supérieure du cardan fixe dans le trou de la coulisse de manière à éviter le coulissement. Le cardan fixe ne sert qu'à empêcher que le poids des wagonnets ne fatigue les butées à billes.

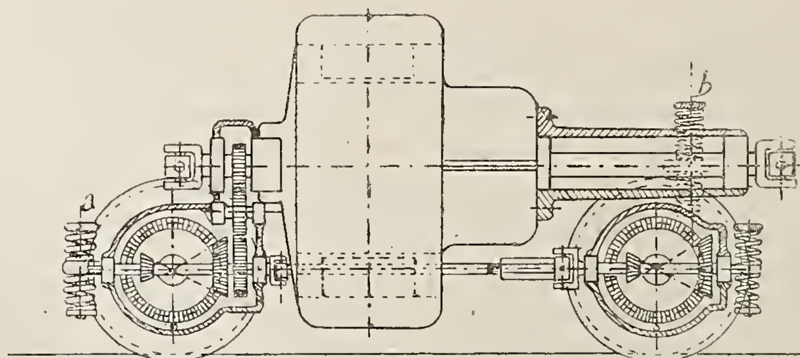



Fig. 96. — Autre système de bogie.

L'éclairage ne peut se faire à l'électricité pendant la marche, puisque le courant est coupé lorsque les machines sont en palier; cet éclairage est assuré par des lampes à acétylène.

Les locomotives ont un feu blanc à l'avant et un feu rouge à l'arrière du dernier wagonnet.

**Avantages du système.** — Ces avantages sont les suivants :

1° Suppression de la dépense d'*énergie* de la traction animale, des *locomotives électriques*

*ordinaires*, à *vapeur*, à *air comprimé* pour les plans inclinés où la pente est faible et longue;

2° Suppression de l'*usine génératrice* qui revient à un prix relativement élevé;

3° *Suppression des accumulateurs* qui ont un rendement médiocre et sont d'un entretien délicat;

4° Facilité de parcourir *de grandes distances* en formant des sections de groupes de deux trains;

5° Avantage sur le câble pour la pente *de 12 cm* par mètre, permettant de faire *les virages avec facilité*;

6° *Autonomie des trains* grâce au moteur à explosions, ce qui permet d'employer ces chemins de fer pour un profil en long quelconque, à la condition que la longueur de la pente, où l'effet économique de la pesanteur pourra se faire sentir, soit suffisante. C'est le cas pour des trains qui viennent des carrières, placées dans des montagnes et qui descendent à flanc de coteau pour aller rejoindre une usine ou la voie d'un chemin de fer principal qui passe dans une autre vallée; alors sur le parcours se trouvent des pentes, des courbes, des paliers et ce cas se rencontre fréquemment aussi sur les bords de la mer, aux colonies et dans tous les pays du monde.

L'application de ces tracteurs est possible pour n'importe quelle extraction ou transport (pétrole, etc.), ainsi que pour les transports agricoles tels que canne à sucre, etc.

*Dans les mines souterraines, où le filon peut se trouver incliné jusqu'aux monte-charge, l'application est possible.*

7° Pas de fils, ni câbles aux plans de décharge et d'extraction et par conséquent pas de risques d'accidents pour les ouvriers.

Les machines, bien entendu, demandent *un certain entretien*, mais leur conduite est très simple.

Une étude économique doit être faite avant l'établissement de chaque projet, en se servant du profil en long de la ligne à électrifier.

En résumé, les différentes applications sont :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Pour la pente de | 25 à 120 mm | pour la voie de | 1,44 m. |
| — | 40 à 120 | — | 0,60 |
| — | 35 à 120 | — | 1 |

La pente n'a pas besoin d'être rigoureusement constante, les moteurs électriques supportant très bien les à-coups.

Robert Simon.

# A propos des lampes à filament métallique.

L'*Electricien* a déjà parlé maintes fois de l'utilité qu'il y aurait pour les grandes usines génératrices d'électricité à disposer, non seulement d'ingénieurs-électriciens experts, mais aussi de bons agents commerciaux; il a signalé les excellents résultats obtenus par les usines américaines et anglaises qui se sont convaincues rapidement de cette vérité et qui ont pu ainsi graduellement relever la charge moyenne de leur réseau.

C'est dans beaucoup de questions que le sens pratique est parfois insuffisamment éveillé chez les techniciens; la science de la réclame et de la publicité tient un peu de la psychologie et l'ingénieur n'est pas très initié aux lois psychologiques; à ses yeux, elles sortent trop du domaine des sciences exactes pour qu'il s'en soucie beaucoup; il ne cherche pas à être habile vendeur, la diplomatie commerciale lui répugne et il a, vraiment, bien raison, car ses aptitudes et ses connaissances lui permettent d'entreprendre mieux que cela; mais le rôle du bon agent commercial n'en est pas moins important et il se manifesterait d'une façon vraiment heureuse si nous savions lui réserver un peu plus de place.

Un petit fait qu'il m'a été donné d'observer il y a quelque temps montre bien l'exactitude de cette observation; chacun, en observant un peu, est à même d'en faire de semblables. Ainsi, voyez nos grandes administrations publiques; certaines sont installées dans des bâtiments de construction moderne et répondant à tous les besoins; mais c'est là l'exception cependant; la plupart ne disposent d'aucun des perfectionnements que l'industrie moderne pourrait mettre à leur disposition : on voit des locaux mal éclairés, où l'on brûle le gaz ou l'électricité sans compter, mais avec des appareils qui ne valent rien; des salles sont insuffisamment aérées ou prennent l'air sur des locaux eux-mêmes incomplètement ventilés; des bureaux, des salons d'attente s'ouvrent sur des gares qui leur envoient un air vicié ou sur des places publiques où elles puisent des poussières infectieuses; ici, des paquets sont montés à dos d'hommes, faute de monte-charges; là, le net

toyage est inconnu parce que l'aspersion à l'eau est impossible, etc.; tous ces locaux, bâtiments, etc., sont cependant placés sous la surveillance de spécialistes consciencieux et instruits le plus souvent; des constructeurs mécaniciens ou électriciens y viennent; cependant, la pénétration des appareils et procédés nouveaux y est lente. Pourquoi? Parce que l'ingénieur a des préoccupations étrangères à ces questions et d'ordre supérieur sans doute; parce que le constructeur est distrait. C'est l'agent commercial qui doit passer par là, l'agent commercial avisé et observateur, capable de deviner les besoins qui sont à l'état latent autour de lui et apte à en indiquer le but. C'est aussi le publiciste vulgarisateur, signalant à la masse ce qui pourrait améliorer sa situation et l'armant pour revendiquer le confort auquel elle est en droit de prétendre. Le technicien, le spécialiste, le constructeur ne s'acquitteront pas complètement de cette tâche... s'ils songent même à l'entreprendre.

Dans une grande administration, où l'augmentation graduelle du personnel avait peu à peu nécessité la multiplication des appareils d'éclairage, l'ingénieur chargé de ce service se voyait sur le point de ne pouvoir plus assurer la production de l'énergie nécessaire pour tous les appareils avec l'outillage générateur dont il disposait : technicien expert et averti, il songea bientôt à recourir à l'emploi des lampes à filament métallique; ces lampes devaient, estimait-il, procurer une grande diminution de la puissance consommée et, ainsi, permettre aux installations existantes de faire face à la demande, tout en assurant une économie de combustible appréciable.

On ne pouvait évidemment s'engager à la légère dans cette voie : les lampes nouvelles coûtent cher et elles sont fragiles, seraient-elles assez durables et feraient-elles réaliser une économie d'énergie suffisante pour que le surplus de dépenses de renouvellement fût compensé? Pour résoudre cette question, des essais s'imposaient. Notre technicien les entama.

Mais voici où le sens psychologique lui fût très utilement venu en aide et l'eût inspiré heureusement : les lampes employées jusqu'alors étaient des lampes de 16 bougies pour le personnel en général et de 32 bougies pour le personnel supérieur; l'expérimentateur adopta des lampes à filament métallique de pouvoir lumineux équivalent.

Vous voyez immédiatement la considérable réduction de consommation d'énergie réalisée; seulement, représentez-vous les conséquences de l'apparition de ces lampes nouvelles dans les bureaux.

D'abord, elles sont intéressantes en elles-mêmes, ces petites lampes confectionnées comme de fins bijoux; la délicatesse de leur construction est étonnante; la blancheur de leur lumière vraiment remarquable : on les admire, naturellement; on les prend en mains, on les manipule; on en casse quelques-unes; puis on s'aperçoit qu'après tout elles n'éclairent pas plus que les autres; seize bougies à filament métallique ou seize bougies à filament de carbone, cela ne fait pas une grande différence pour l'employé qu'éclaire la lampe; et puis elles sont plus fragiles que les autres; il arrive si souvent qu'on les trouve brisées; les lampes à filament de charbon valaient mieux; elles n'éclairaient pas plus mal et l'on n'avait point de crainte de les trouver brisées.

Tel est l'état d'esprit qui régna bientôt parmi le personnel intéressé; remarquez que ce personnel n'a rien de commun avec la gestion financière de l'exploitation; qu'il lui importe peu que les résultats pécuniaires soient bons ou mauvais; qu'il songe avant tout à ses aises ou à ses facilités et que, tout compte fait, les minutes qu'il perd parce qu'il se trouve privé de lumière représentent plus que la dépense d'éclairage de plusieurs heures.

Inutile de dire que la réputation des lampes nouvelles s'est rapidement établie et qu'il est bien peu probable que l'on puisse, aux yeux des spécialistes de l'établissement et à ceux du personnel en général, leur faire oublier le défaut de fragilité excessive dont elles sont désormais entachées.

N'aurait-on pu éviter cet insuccès? Si, à mon avis : il aurait suffi pour cela de donner aux employés en cause quelque part d'intérêt dans la mise en application du système; non point, je me hâte de le dire, par une participation aux bénéfices de la modernisation, — une telle idée ne peut venir à l'esprit, — mais simplement en substituant aux lampes anciennes, de 16 bougies, un peu faibles, des lampes à filament métallique d'un pouvoir lumineux légèrement plus fort, disons de 25 bougies, qui auraient satisfait les aspirations des agents, aspirations bien naturelles et nées soit d'un besoin réel, soit du désir de voir disparaître l'une des démarcations hiérarchiques un peu vieillottes que maintient si volontiers la routine bureaucratique.

Ainsi, dans le cas cité : introduisez des lampes de 25 bougies; insistez auprès de tous sur cette amélioration; faites comprendre qu'elle n'est possible qu'avec les lampes nouvelles; que chacun soit pénétré de la conviction qu'un échec de l'épreuve tentée aboutirait au rétablissement des lampes antérieures, moins éclairantes; soulignez l'avantage physiologique des nouvelles lampes, à

lumière moins éclatante, à surface de rayonnement plus grande; ne remplacez les lampes détruites, les bonnes lampes, de 25 bougies, lorsqu'elles sont cassées accidentellement, que par des lampes anciennes; vous vous serez bientôt fait de tous les intéressés des alliés précieux; chacun s'intéressera à votre succès; chacun veillera à ce que les lampes soient manipulées avec prudence; grâce à cela, ces lampes traverseront sans danger la période toujours si critique du premier essai et, en fin de compte, elles se trouveront introduites régulièrement dans la pratique courante.

Un peu de tactique, de diplomatie, le côté psychologique de l'épreuve pris en considération aussi bien que le côté technique, c'est la réussite complète au lieu de l'insuccès.

Il me revient à la mémoire une autre observation du même genre; les conséquences en furent, il est vrai, moins manifestes, mais sont cependant utiles à signaler aussi.

Pour diminuer la chute de tension sur les canalisations dans une installation d'éclairage, on décida d'augmenter la section des conducteurs; l'installation comprenait principalement des lampes à incandescence, avec suspension à contrepoids; l'augmentation de section fut appliquée non seulement aux canalisations fixes, mais aux conducteurs souples des lampes; toutefois, on ne modifia pas les appareils de suspension, et particulièrement les poulies.

Qu'est-il arrivé? C'est que les conducteurs souples n'ont plus tout à fait la flexibilité voulue, qu'ils sautent des poulies, sur lesquels ils glissent mal; qu'ils s'y accrochent de telle sorte que les lampes ne peuvent plus être abaissées ou remontées facilement; pour les replacer, les employés pour les besoins desquels les lampes sont placées, soumettent les câbles à des tractions exagérées, ils les usent et les brisent; ils perdent leur temps pour finalement se trouver obligés de faire intervenir les ouvriers du service de l'éclairage. Et l'on peut croire qu'elle est bien minime l'économie d'énergie réalisée par l'augmentation de la grosseur des câbles souples, comparativement à ces inconvénients et aux pertes d'argent qui en résultent.

Je ne donne point évidemment ces exemples comme une leçon dont le lecteur pourra retrouver l'application immédiate dans son entourage, j'y vois plutôt un enseignement général, un témoignage de l'utilité qu'il y aurait, pour l'ingénieur, à savoir sortir un peu de sa spécialité ou, s'il n'y tient point, à recourir à l'assistance d'adjoints ou de collaborateurs à qui ne répugne pas le côté non technique des problèmes pratiques.

H. Marchand.

# Congrès de l'Association britannique.

Le Congrès annuel de l'Association britannique pour l'avancement des sciences s'est tenu cette année à Dundee, du 4 au 11 septembre inclus.

Le président était M. le professeur Schafer, mais son discours ne rentre pas dans les attributions de cette revue, car il était consacré à la nature, l'origine et l'entretien de la vie. La section mécanique a été présidée par M. le professeur O. Barr, et les travaux qui y ont été présentés en comprennent quelques-uns d'électriques. La section des sciences physiques et mathématiques a été présidée par le professeur Callendar, qui a choisi, comme sujet de son discours, certaines idées fondamentales sur la nature de la chaleur, et il suggère que nous devons, avec avantage, introduire dans notre théorie moderne quelques-unes des parties de l'ancienne théorie calorifique qui a été pendant longtemps oubliée ou mise de côté. Il pense que cette ancienne théorie n'était pas entièrement irraisonnable, ainsi que le démontrent de récentes expériences. Parmi les autres questions examinées dans ces deux sections, nous devons mentionner la propulsion électrique des navires par M. A. Mavor; la commande des aéroplanes; la turbine à gaz par MM. Dugald Clerk et Hans Holzwarth; la télégraphie sans fil, etc.

Nous résumerons dans les notes suivantes quelques uns de ces travaux. *Phénomènes accompagnant la propagation des ondes électriques à la surface du globe*, tel est le titre d'une étude de M. le docteur W. Eccles, dans laquelle il se propose de décrire certains phénomènes que l'on rencontre dans la transmission des ondes électriques, naturelles ou artificielles, à de grandes distances, et d'examiner comment ils peuvent être expliqués par l'ionisation de l'air à travers lequel les ondes sont transmises. L'importance de cette relation a été récemment démontrée dans

un travail présenté par l'auteur à la Société royale en juin dernier. Dans ce travail, il montre que la rapidité des ondes électriques à travers l'air ionisé dépasse leur vitesse à travers l'air non ionisé d'un pourcentage proportionnel à la concentration des ions. Si l'on admet que l'ionisation due aux radiations solaires augmente avec l'accroissement de hauteur au-dessus de la surface du sol, il s'ensuit qu'un front vertical d'ondes tendra à se pencher en avant au fur et à mesure de sa marche. On trouve que la courbure résultant de la trajectoire des ondes qui circulent presque horizontalement s'identifient pour ainsi dire avec la courbure de la terre pour des valeurs moyennes de concentration des ions. Plus la trajectoire est courbe, plus basse est la fréquence des ondes et elle est, en réalité, inversement proportionnelle au carré de la fréquence à de hautes altitudes, mais varie probablement beaucoup moins rapidement avec la fréquence à de faibles altitudes.

Afin de rendre compte de la grande différence entre les transmissions de jour et de nuit, il semble nécessaire de supposer qu'il existe dans la haute atmosphère une couche ionisée d'une manière permanente qui ne dépend pas des radiations solaires, hypothèse due à Heaviside.

Certaines justifications de cette hypothèse ont été établies dans le présent travail et déduites de faits tout à fait distincts de la télégraphie sans fil. Quelques-uns des phénomènes les plus remarquables à éclaircir encore dans la télégraphie sans fil sont les variations de signaux pendant la nuit ou pendant les éclipses de soleil. Ces points sont successivement étudiés dans cette conférence. Beaucoup de faits observés peuvent trouver des explications rationnelles à l'aide des hypothèses établies. Un certain nombre d'observations réalisées par M. Eccles pendant ces trois dernières années et lors de la dernière éclipse de soleil sur les ondes électriques naturelles ont conduit à des conclusiosn relativement au nombre des orages locaux et à la partie de l'année qui en est le plus exempte.

Dans une autre conférence, M. le Dr Thomas F. Wall parle de la *perte dans le fer par hystérésis* due à un champ magnétique pulsatoire et tournant; il montre que l'on dispose de nombreuses observations sur les effets de ces deux champs séparés et distincts, mais qu'aucune expérience n'a été réalisée pour déterminer la perte par hytérésis due à l'action simultanée d'un champ magnétique pulsatoire et d'un champ magnétique tournant. Cependant, dans la pratique, ces cas peuvent se produire et l'on en a un exemple dans un moteur commutateur série monophasé; dans cette machine, le fer des noyaux est soumis à un champ magnétique pulsatoire dû au courant alternatif dans les enroulements, tandis qu'en même temps le noyau du rotor tourne. La question alors se pose de savoir s'il est permis de déterminer exactement la perte hystérétique due à chaque source de perte, comme si elle agissait seule, et alors d'ajouter les deux quantités, afin d'obtenir la perte de l'hystérésis totale. Autrement dit : superposer les deux effets d'hystérésis sans mutuelle réaction. Les expériences que décrit l'auteur dans son travail tendent à résoudre cette question.

La première partie des recherches consistait à déterminer la valeur de l'effort hystérétique de rotation pour une série de valeurs du courant continu dans l'enroulement du stator et on obtint une courbe montrant les relations entre les deux quantités. Si, maintenant, un courant alternatif de forme d'onde connue est fourni au stator, la valeur moyenne de l'effort de retard hystérétique de rotation peut être déduit de la courbe précédente car, pour chaque ordonnée de l'onde alternative du courant, on peut lire l'effort correspondant hystérétique de rotation; on construit alors la courbe hystérétique et l'on obtient l'effort moyen d'hystérésis de rotation pour une forme donnée de courant et cette quantité est la cause du retard produit. Mais ceci suppose que l'effort hystérétique de pulsation n'a aucun effet sur l'effort hystérétique de rotation. En réalité, l'hystérésis de pulsation ne peut produire elle-même un effort de retard sur le rotor. Puis, on recherche de la même manière, la valeur de l'hystérésis de rotation pour plusieurs valeurs de la fréquence du courant dans le stator. On trouve que, pour de basses fréquences (quatre périodes par seconde), l'effort hystérétique de rotation déterminé expérimentalement approche de très près les valeurs déduites des mesures obtenues avec du courant continu dans l'enroulement du stator. A de plus hautes fréquences, l'effort d'hystérésis, pour un courant alternatif donné, devient graduellement moindre jusqu'à une fréquence d'environ 20 périodes par seconde et alors il reste constant pour une très grande variation de fréquence (de 20 à 50 périodes).

Le professeur Wilson parle ensuite de quelques *essais sur des alliages d'aluminium*. Pendant les onze dernières années, des rapports ont été successivement présentés à l'Association britannique à des intervalles réguliers sur cette question. Les essais réalisés montrent que l'aluminium commercial allié au cuivre et non accompagné de fer, de nickel ou de manganèse ne donne pas

de résultats satisfaisants. A 2 0/0 de cuivre, l'alliage est complètement détruit en dix ans et sa résistance électrique augmente de 25 0/0. Le « Duralumin » est un alliage d'aluminium-cuivre-manganèse avec addition d'environ 0,5 0/0 de magnésium. Pendant l'année dernière, un échantillon a eu sa résistance électrique augmentée de 5,15 0/0. Il serait intéressant de savoir si celle-ci est due au pourcentage relativement grand de cuivre (3,5 à 5,5 0/0) que cet alliage contient ou si le pourcentage du manganèse (0,5 à 0,8 0/0) est trop faible. Cet alliage a attiré l'attention en ce sens que sa résistance à la rupture est considérable. Sa résistance spécifique électrique à 15° C est environ le double de celle de l'aluminium commercial. Un échantillon de fil de cuivre de haute conductivité a eu sa résistance électrique augmentée de 1,2 0/0 en un an.

Dans un travail présenté à la section mathémathique et physique *sur les rayons ultra-violets et la vitesse des électrons*, le professeur R. Millikan montre que les rayons ultra-violets émanant d'une étincelle sont capables, dans des conditions appropriées, d'imprimer aux électrons une vitesse initiale d'au moins 500 volts, tandis que les vitesses imprimées dans les mêmes circonstances par une lampe à arc quartz-mercure n'a jamais dépassé 6 volts. Une explication de cette différence peut être trouvée dans l'énorme intensité instantanée de la lumière émanant d'une étincelle.

L'un des plus intéressants événements du congrès de l'Association a été la discussion soulevée entre les sections de physique et de mécanique sur la *théorie scientifique des problèmes en suspens de la télégraphie sans fil*. Le sujet a été traité par le Dr Fleming dans une étude très étendue et qui remplirait entièrement plus d'un numéro de cette revue. Le bref résumé suivant montrera suffisamment les matières contenues dans cette étude. Il déclare qu'il est très précieux de soulever une discussion de cette sorte en présence de mathématiciens, d'ingénieurs, de physiciens et de radiotélégraphistes, afin d'étudier ensemble certaines questions de télégraphie sans fil encore imparfaitement connues, particulièrement celles qui touchent à la théorie scientifique de la radiotélégraphie. Après une brève description des appareils employés dans la radiotélégraphie moderne, construits d'après le système à étincelles, c'est-à-dire qui représentent 99 0/0 du matériel employé, le Dr Fleming propose à l'examen les questions suivantes :

1° Quelle est la nature exacte de la machinerie par laquelle le transmetteur influence le rupteur?

3° Est-ce un effet d'ondes hertziennes pur et simple ou est-il aidé ou dirigé par des ondes électromagnétiques se propageant à travers ou le long de la surface de la terre?

3° Quelle part prend la terre dans cette propagation et agit-elle comme un conducteur parfait ou comme un diélectrique? La connexion du transmetteur et du récepteur à la terre est-elle un avantage ou un désavantage?

4° Pouvons-nous expliquer la détection en ondes radiotélégraphiques d'un quart autour de la terre comme le résultat d'une réelle diffraction?

5° Si non, pouvons-nous adopter la théorie Sommerfeld, à savoir que les effets de longue distance sont principalement dus à des ondes de surface (ober flächer wellen) qui se propagent le long de la surface de la terre comme des ondes électromagnétiques se propagent le long des conducteurs?

6° La théorie mathématique donnée par Sommerfeld est-elle exacte?

7° Quelles autres explications peuvent être données des résultats pratiques obtenus dans la télégraphie sans fil à grande distance dans laquelle des distances d'un quadrant terrestre sont franchies, à moins de supporter une diffraction anormale ou une propagation d'ondes de surface?

8° A part l'effet de courbure de la terre quelle est la raison de la grande différence que l'on trouve dans la propagation radiotélégraphique sur terre et sur mer avec certaines longueurs d'ondes?

9° Au point de vue de l'atmosphère, pourquoi est-ce que, à certains moments, il est possible avec des appareils transmetteurs et rupteurs déterminés, de communiquer à des distances inaccoutumées, tandis qu'à d'autres moments, ces distances se trouvent très raccourcies?

10° Concernant la différence entre la distance maximum et efficace franchie le jour et la nuit quelle est l'exacte explication du fait qu'avec des appareils déterminés employés pour de longues distances, l'étendue efficace franchie est environ trois fois plus grande la nuit que le jour, à moin d'employer de très grandes longueurs d'ondes?

11° Cette différence entre les effets de jour et de nuit peut-elle être expliquée comme un effet dû à l'action de la lumière sur l'antenne de transmission?

12° Peut-on expliquer que l'ionisation des courbes d'air supérieures est due aux rayons du soleil affectant la conductivité de l'air?

13° Si aucune des explications ci-dessus ne peut s'appliquer, à quoi est dû cet effet de réduction de la lumière du jour?

14° Quelle est la raison de la grande réduction de distance qui se produit au lever du soleil quand on emploie des appareils de transmission et de réception à grande distance?

15° Concernant les effets de direction de l'antenne courbée, telle qu'elle a été inventée par M. Marconi, ceci est-il dû à la forme seule de l'antenne (Fleming) ou à la nature du sol sous l'antenne et aux courants verticaux telluriques qui s'y produisent (Hœrschelmann)?

16° Quelle est l'explication de l'action de l'antenne réceptrice étendue sur ou très près du sol comme l'a employée Marconi et encore récemment M. Kicleitz?

17° Ceci implique-t-il une propagation d'ondes à travers la masse terrestre ou est-ce dû à une concentration du champ mobile électromagnétique près de la surface du sol?

Relativement à la pratique, les questions suivantes ont été également soumises à la discussion :

18° Sommes-nous arrivés à la meilleure méthode ou à la seule possible de prévenir les interférences entre les stations par le simple emploi de longueurs d'ondes différentes et l'usage de circuits de différentes périodes?

19° Quelles probabilités y a-t-il de remplacer le téléphone comme appareil récepteur par quelqu'autre appareil également sensible, capable d'imprimer les messages sur des bandes ordinaires de papier télégraphique?

20° Quelles possibilités existent pour l'invention d'un signal approprié permettant d'éviter à l'opérateur recevant d'écouter continuellement au téléphone?

21° Au point de vue de la localisation de la position de la station réceptrice et de sa distance, est-ce que des méthodes réellement utiles existent applicables aux bâtiments en mer? Le radio-goniomètre Bellini Tosi est-il le dernier mot dit à ce sujet?

22° Quels réels progrès ont été récemment faits dans les applications de la production des ondes non amorties?

23° L'arc et l'alternateur à haute fréquence constituent-ils une méthode de créer des oscillations non amorties ayant un pratique champ d'action?

24° Est-il possible d'établir le téléphone sans fil sur un son, base pratique de la radiotélégraphie, ou doit-on toujours rester simplement en présence d'un fait expérimental?

Le docteur Fleming attire l'attention sur les travaux qui ont été publiés depuis quelques années par différents chercheurs tels que Sommerfeld, Epslein, Zereck, Marconi, Lodge, Muirhead, Rayleigh, Bellini et Tosi, etc... Puis le Dr Fleming montre qu'au point de vue de l'influence de la lumière solaire sur les communications radiotélégraphiques, aucune des hypothèses préconisées ne semble expliquer tous les faits. La principale question est de savoir si l'action réductrice du soleil est : 1° une action sur l'antenne transmettrice; 2° une action sur l'atmosphère entre les stations transmettrice et réceptrice; 3° une action combinée.

Des observations réalisées pendant l'éclipse presque totale du 17 avril 1912 à Paris, à la station de la tour Eiffel, et aussi par le Dr Eccles en Angleterre, semblent indiquer un léger renforcement de l'intensité des signaux, pendant l'observation, de l'antenne transmettrice. D'un autre côté, les actuelles mesures de la conductivité atmosphérique ne semblent pas admettre la théorie qu'une absorption d'énergie se produit dans l'espace compris entre les stations réceptrice et transmettrice, suffisamment pour rendre compte des résultats observés. Une autre hypothèse a été mise en avant par le conférencier, laquelle est basée sur cette supposition que l'ionisation des couches supérieures de l'atmosphère par la lumière ultra-violette crée un état diélectrique légèrement plus grand et ainsi une vitesse légèrement inférieure dans les hautes couches de l'air à celles qui se produisent à la surface du sol. Il s'ensuit que le front d'ondes est légèrement penché en avant et que la direction générale des radiations s'effectue vers le haut quand la transmission a lieu sur de grandes distances, de telle sorte que la plus grande partie des ondes passe beaucoup trop au-dessus de la station réceptrice pour l'influencer. Cette explication est analogue à celle au moyen de laquelle Sir G. Stokes démontre que l'effet du vent réduit l'intensité des sons quand il souffle dans une direction opposée à la propagation des ondes sonores.

Pour conclure, cet ensemble de problème est posé comme représentant les recherches à faire en radiotélégraphie. Le simple amateur qui fait de la télégraphie sans fil est une calamité qui devrait être réduite à son minimum. Mais ce grand nombre de questions scientifiques ne peut être mieux étudié que par un comité composé de mathématiciens, de physiciens et de radiotélégraphistes.

Le comité de l'Association britannique des Unités électriques a jadis rendu d'assez importants services pour qu'un comité de radiotélégraphie puisse également accomplir un travail de valeur au point de vue des recherches à faire sur

ce sujet au point de vue purement scientifique, de manière à apporter de nouvelles bases à de nouveaux progrès pour perfectionner ce merveilleux moyen d'intercommunication.

Dans une étude présentée par M. Axel Welin sur les bateaux de sauvetage portés par les grands navires, l'auteur montre que l'adoption des communications radiotélégraphiques à bord des navires a réduit la question du sauvetage des passagers aux moyens de les transborder d'un navire sur un autre. Cependant, le problème en lui-même comporte de grandes difficultés quand il s'agit de mettre à la mer des embarcations le plus rapidement possible. Le premier navire qui a résolu ce problème d'une manière efficace est l'*Imperator*, paquebot de la ligne Hambourg-Amérique, sur lequel la majorité des embarcations sont supportées à des hauteurs de 21,35 m au-dessus de le l'eau.

La mise à la mer des embarcations s'effectue, sur ce navire, en 40 et 50 secondes, au moyen d'un engrenage spécial qui permet leur descente sous un angle quelconque — point de la plus grande importance. — Le treuil est actionné électriquement par un arbre de transmission à friction. Chaque ensemble pouvant être manœuvré indépendamment l'un de l'autre, les plus grandes embarcations peuvent contenir 76 personnes et pèsent chargées environ 8 tonnes.

BRIDGE.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPAREILLAGE

### Résistances sans induction ni capacité avec enroulement en croix.

La maison des frères Ruhstrat, de Gœttingen (Allemagne), lisons-nous dans l'*Elektrotechnische* absolument nouveau, l'enroulement dit *en croix* Dans ce système, les divers enroulements ne sont point composés, comme c'est le cas ordinaire, d'une seule spire, mais bien, ainsi que le montrent les figures ci-contre, de spires montées en parallèle et disposées en sens opposé autour du support de la résistance.

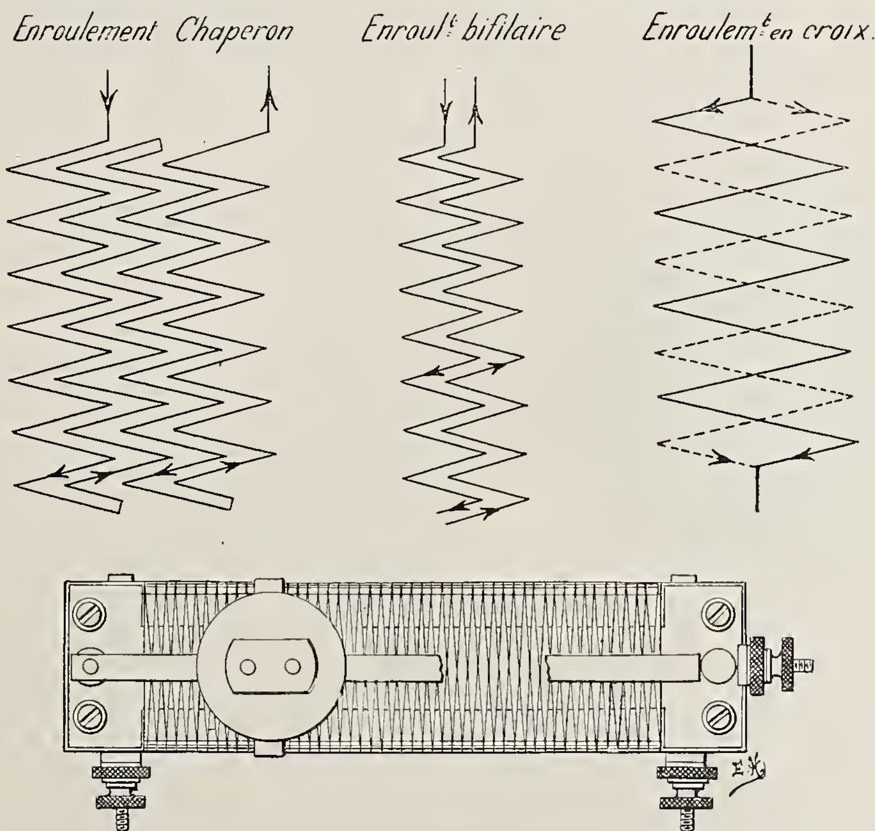



Fig. 97.

*Anzeiger*, vient de mettre sur le marché une résistance qui ne présente absolument ni induction, ni capacité.

Cette résistance est pourvue d'un enroulement

Les deux enroulements ont une longueur absolument égale, ils sont disposés d'une manière absolument symétrique l'un par rapport à l'autre et ils se croisent en sorte que le courant induit

excité dans l'un des enroulements se trouve entièrement compensé par le courant provoqué dans l'enroulement voisin. Cette résistance est véritablement sans induction : le fait est principalement dû à ce que les deux fils ont une longueur exactement identique. On obtient cette égalité grâce à ce que, sur les supports de la résistance, comme le montrent les figures, les deux surfaces en regard sont chacune pourvues d'une rainure dans le sens longitudinal. Les fils s'appliquent donc au point de croisement, dans les deux sens, avec des longueurs égales. Sur les côtés transversaux disposés en regard l'un de l'autre, les enroulements de fils sont parallèles et d'une égale hauteur : par suite, quand on emploie la résistance en question comme résistance mobile réglable, ces surfaces peuvent servir comme surfaces de glissement pour le curseur.

Le nouvel enroulement en croix réunit donc les avantages de l'enroulement bifilaire et de l'enroulement Chaperon.

La résistance précitée trouve son emploi aussi bien comme rhéostat réglable que comme résistance de mesure, car, dans ce dernier cas, on n'obtient l'exactitude extrême possible que dans le cas où il s'agit d'une résistance dont l'enroulement ne présente réellement ni induction, ni capacité.

La nouvelle résistance Ruhstrat peut donc s'employer particulièrement comme résistance-étalon avec les instruments de mesure et les compteurs actionnés avec du courant alternatif. Elle est non moins précieuse, en outre, en radiotélégraphie ; elle a déjà donné d'excellents résultats avec les courants à haute fréquence.

Toutes les résistances Ruhstrat montées sur ardoises peuvent être pourvues du nouvel enroulement en croix. Le même enroulement peut être appliqué, par exemple, aux doubles résistances, aux résistances universelles et aussi aux résistances en tubes de porcelaine construites spécialement pour les courants à haute tension et présentant des longueurs de 20 à 40 cm avec un diamètre de 60 mm. — G.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Emploi de l'électricité dans la construction et l'exploitation du canal de Panama.

On lit dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* que l'on rencontre actuellement, sur le canal de Panama, quelques stations centrales en service qui peuvent produire, au moyen de turbo-alternateurs, 1500 kw de courant triphasé sous 2200 volts et à 25 périodes. Ce courant triphasé est transformé, dans des sous-stations, en courant continu sous 500 volts pour donner satisfaction aux besoins locaux. Lorsque le canal sera ouvert à la navigation, l'on emploiera, pour l'actionnement des portes d'écluses, des vannes, des batardeaux de chasse et des tracteurs électriques de halage, du courant triphasé qui sera fourni par une puissante station hydraulico-électrique installée sur le lac Gatun. On utilisera des moteurs à induction pour 220 volts et 25 périodes, particulièrement en ce qui concerne l'actionnement des portes d'écluses, lesquelles présenteront des poids de 300 à 600 tonnes. Les navires seront remorqués, au passage des écluses mesurant 305 m de longueur et 33,5 m de largeur, au moyen de locomotives électriques. — G.

## ÉLECTROTHERMIE

### Nouveaux radiateurs électriques.

Le *Times Engineering Supplement* signale un catalogue que vient de publier la compagnie London Electrical Trading et qui donne le détail de divers modèles des radiateurs électriques du système « Bastian », en attirant particulièrement l'attention sur le nouveau modèle dit « Pigmy ». Ce modèle a été spécialement construit pour les petites opérations de cuisson s'effectuant sur la table ; il consume, assure-t-on, exactement la même quantité de courant qu'une lampe de 32 bougies ; au prix de 60 centimes le kilowatt-heure ; son fonctionnement durant 30 minutes chaque jour, reviendrait à moins de 30 centimes par semaine et au prix de 10 centimes le kilowatt-heure, le même fonctionnement, durant une heure chaque jour, reviendrait à moins de 10 centimes par semaine. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Le mica.

Le *Times Engineering Supplement* signale une étude très complète sur l'industrie actuelle du mica, que vient de publier le département des mines du Canada. De ce document, il appert que le mica est utilisé principalement en électricité, mais qu'il ne laisse pas de trouver un emploi étendu dans la fabrication du caoutchouc, des peintures, des huiles, des canalisations ignifuges, etc. Les trois principaux pays producteurs sont l'Inde, les Etats-Unis et le Canada. La valeur totale du mica, mis sur le marché, s'est élevée, durant la période de 1894 à 1908, à 63 611 025 fr, dont 63,29 0/0 pour l'Inde, 18,45 0/0 pour les Etats-Unis et 18,26 0/0 pour le Canada. La valeur de la même production s'est élevée à :

| 1909 | 1910 |
|---|---|
| 2 994 950 fr | 3 827 325 fr |

dont 31,85 0/0 (35,5 0/0 en 1910) pour l'Inde, 42,82 0/0 (45,22 0/0) pour les Etats Unis et 25,33 0/0 (19,23 0/0) pour le Canada. — G.

## MESURES

### Nouveaux instruments de mesure de précision.

L'*Electrotechnick Anzeiger* donne les détails ci-après sur les nouveaux types d'instruments de précision à bobine mobile et sur les voltampèremètres apériodiques qu'a récemment mis sur le marché la maison Gans et Goldschmidt, de Berlin :

Le mode de construction jusqu'ici employé a été complètement abandonné : on a ainsi obtenu des instruments qui, à égalité de sensibilité, reviennent à meilleur compte que par le passé. L'aimant en acier n'a plus, comme autrefois, la

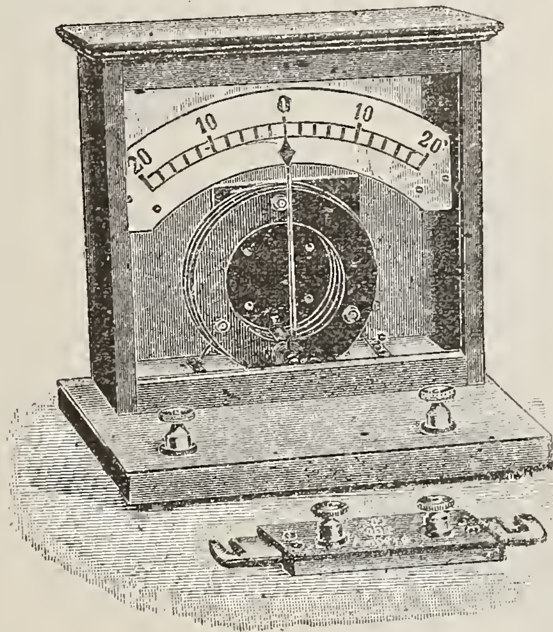



Fig. 98. — Instrument à bobine mobile servant de galvanomètre et de voltampèremètre.

forme d'un solide fer à cheval ou étrier, lequel exigeait à ses extrémités des pièces polaires et portait un noyau massif en fer; aujourd'hui, la maison Gans et Goldschmidt n'emploie plus que trois électro-aimants circulaires, présentant des entrefers minimes et disposés les uns au-dessus des autres (fig. 98). Ces nouveaux aimants ont, aux pôles, un alésage convenable, ce qui rend les épanouissements polaires en fer superflus. On évite ainsi tous les angles aigus.

Chacun de ces petits aimants peut être parfaitement durci et entièrement aimanté; il est donc très constant. Les boîtes des nouveaux appareils sont remplies d'une masse magnétique. Au noyau en fer massif, on a substitué un faible tube en acier qui est porté par un simple étrier en laiton estampé (fig. 99). Cet étrier porte aussi les paliers pour les tourillons de la bobine mobile. L'instrument ne présente donc aucun organe d'attache coûteux et compliqué.

Les aimants circulaires en acier sont formés simplement d'un ruban d'acier au tungstène, lequel est enroulé en spirale autour d'un noyau convenable. Les divers pas d'hélice sont coupés et aplatis, en sorte qu'il ne reste plus qu'à pratiquer les alésages nécessaires. Comme l'équerre qui porte le noyau en fer et les paliers de la bobine mobile sont d'une seule venue, grâce à l'estampage leur donnant la forme convenable, le montage des organes est facile et n'exige aucun travail particulier de précision. Avec un pareil mode de construction, le champ magnétique est si puissant que l'on n'a besoin ni d'un entrefer très réduit entre la bobine mobile et son noyau,

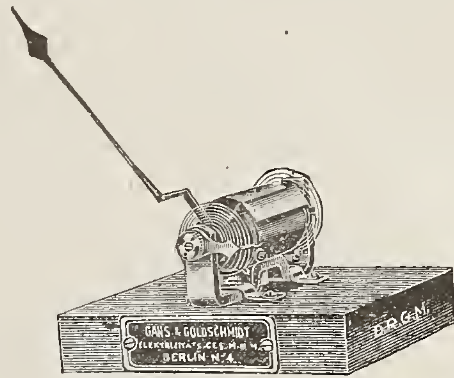



Fig. 99. — Bobine mobile.

ni de très nombreuses spires sur la bobine mobile. Les instruments ainsi construits et destinés aux tableaux de distribution ne nécessitent, pour la déviation complète de l'aiguille, que 0,002 watt

Quant aux instruments de mesure construits. d'après le même principe, un simple frein à air leur a donné une perfection si grande, qu'ils sont entièrement apériodiques, de même que les instruments de précision.

L'extrémité arrière de l'aiguille de ces appareils porte une double palette d'une forme spéciale, qui se meut dans une chambre fermée de tous les côtés (fig. 100). Par suite l'air, lorsque l'aiguille entre en mouvement, ne peut s'échapper; il exerce une action antagoniste élastique qui amène immédiatement l'aiguille à s'arrêter.

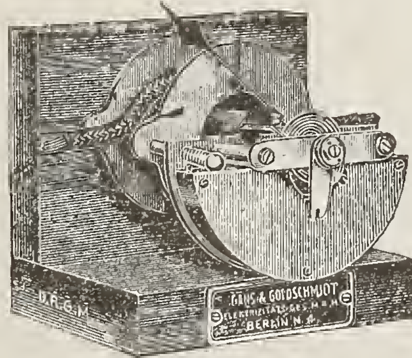



Fig. 100. — Ampèremètre apériodique.

Les instruments en question se prêtent aux mesures du courant continu aussi bien que du courant alternatif (triphasé); ils montrent, qu'ils soient suspendus ou inclinés, des valeurs identiques; leur usure est minime. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Télégraphie et téléphonie à grande distance au moyen de courants alternatifs.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* déclare que, eu égard au résultat des essais réalisés par M. Auguste Maior, on peut raisonnablement compter que la téléphonie par courants alternatifs et, par suite, la téléphonie multiple, ainsi que la télégraphie multiple au moyen de courants alternatifs de haute fréquence, vont incessamment entrer dans le domaine des applications pratiques. Pour rendre possibles la téléphonie et la télégraphie par courants alternatifs à grandes distances, M. Maior monte des bobines de self présentant des dimensions convenables au centre des longues lignes de transmission et réduit ainsi le facteur d'amortissement à une valeur minimum. En outre, il peut régler les mêmes lignes, par des bobines de self et des condensateurs montés au centre du parcours pour une fréquence donnée. — G.

## TRACTION

### Traction électrique sans rails, à Stockport (Anlgeterre.)

Nous lisons dans le *Times Engineering Supplement* que la municipalité de Stockport dessert, au moyen de voitures électriques sans rails, une route à la fois accidentée et tortueuse qui se trouve dans les limites de son territoire.

Le système de traction adopté diffère de tous ceux jusqu'ici employés en Angleterre. Connu sous l'appellation de système de Brême, il est appliqué à Brême, à Ludwisberg, à Breslau, etc. Les deux fils aériens sont verticalement parallèles. Le collecteur de courant consiste en deux roulettes de trolley circulant sur le fil supérieur (négatif), qui est relié à un double arc de glissement; ce dernier frotte, grâce à la pression d'un ressort, contre le fil inférieur (positif). Au-dessous se trouve d'abord un joint à émerillon qui permet au collecteur de courant de tourner plus librement, et plus bas une boucle-ressort sensible qui intercepte les vibrations et chocs provoqués par les inégalités de la route. La perche ordinaire de trolley est remplacée par un câble flexible.

Le service est assuré par trois automotrices du prix de 17 000 francs l'unité. Chacun de ces véhicules porte un seul moteur électrique, lequel actionne l'essieu d'arrière au moyen d'un engrenage à vis sans fin. Le démarrage, l'arrêt et le changement de vitesse s'obtiennent au moyen d'un levier actionné par le pied gauche du conducteur. Le frein ordinaire étant mis en mouvement par son pied droit, le conducteur a simplement à diriger la voiture avec ses mains, sauf quand il est nécessaire de faire intervenir le frein de secours. — G.

# Bibliographie

**Archiv für Electrotechnik** (*Archives d'électrotechnique*). Publication périodique dirigée par W. Rogowski, docteur-ingénieur. Fascicules I et II de 94 pages, format 270 × 190 mm. Prix du volume, formé de 12 fascicules : 24 marks pour les abonnés ordinaires, 20 marks pour les abonnés de l'*Electrotechnische Zeitschrift* et pour les membres de l'Union des électrotechniciens allemands. (Berlin, Julius Springer, éditeur, 1912.)

En faisant paraître la publication ci-dessus dont nous avons les deux premiers fascicules sous les yeux, la maison d'édition Julius Springer s'est proposée de donner un complément purement scientifique à l'importante revue allemande *Elektrotechnische Zeitschrift*, l'éminent organe de l'Union des électrotechniciens allemands. C'est que ce dernier périodique hebdomadaire, malgré l'extension qu'il a prise, ne parvient pas à embrasser le cadre toujours grandissant de l'électrotechnique, d'autant plus qu'il doit consacrer, dans ses colonnes, une place considérable aux études descriptives et économiques.

La direction des Archives d'électrotechnique s'est imposé comme tâche de créer un organe périodique au profit des ingénieurs s'occupant de l'électricité au point de vue strictement scientifique et de publier surtout des études dans lesquelles les questions techniques et scientifiques se confondent. Pour montrer quel soin la direction précitée a jusqu'ici apporté à réaliser son programme, il nous suffira de donner ci-après l'énumération des études composant les deux premiers fascicules.

FASCICULE I

*E. Orlich et H. Schultze.* — D'une bobine d'égalisation pour les mesures des hautes tensions. (Communication du « Physikalisch-Technische Reichsanstalt ».)

*W. Linke.* — Des phénomènes d'interruption sur les machines et appareils électriques.

*W. Petersen.* — Contributions au calcul de l'isolement pour les hautes tensions.

*R. Rüdenberg.* — Oscillations électriques propres sur les machines dynamos.

*Von Sanden.* — Synthèse graphique et analyse de courbes de courant alternatif.

FASCICULE II

*K.-W. Wagner.* — Les vibrations supérieures de circuits électriques vibratoires. (Communication du bureau impérial des expériences télégraphiques.)

*W. Linke.* — Des phénomènes d'interruption sur les machines et appareils électriques (fin).

*E. Orlich et H. Schultze.* — D'une bobine d'égalisation pour les mesures des hautes tensions. (Communication du « Physikalisch-Technische Reichsanstalt ».)

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# La station radiotélégraphique d'Aranjuez.

Le 27 janvier dernier a été inaugurée officiellement la grande station radiotélégraphique qu'a fait établir à Aranjuez, près de Madrid, le gouvernement espagnol et qui permet aujourd'hui à l'Espagne de correspondre par la radiotélégraphie avec l'Angleterre, l'Italie et le Canada.

Aranjuez est situé au confluent du Tage et du Jarana; c'est un lieu de villégiature admirable, dont depuis des siècles les rois ont fait leur séjour favori; Philippe II y fit construire, par le célèbre architecte de l'Escurial, Juan de Herrera, un palais que complétèrent Philippe V, Ferdinand VI et Charles III; le palais possède des jardins et des parcs admirables.



Fig. 101. — Station radiotélégraphique d'Aranjuez.

Le projet primitif prévoyait l'établissement de la station centrale non point à Aranjuez, mais à Tolède; c'est le sol rocheux de cette dernière ville qui fit préférer l'emplacement actuel, où l'on a pu obtenir une excellente prise de terre.

La station est établie pour fonctionner avec une longueur d'ondes de 2000 m avec les autres stations fixes.

Il y a deux antennes : l'une pour la transmission et l'autre pour la réception; elles sont supportées par des mâts en acier surmontés de poteaux en bois; le mât principal a 78 m de hauteur pour l'antenne transmettrice et 79,5 m pour l'antenne réceptrice; l'antenne de transmission est une antenne en T à six fils; l'antenne réceptrice, qui est placée au-dessus de la première, est composée de quatre fils; la liaison entre le bâtiment de la sous-station et les extrémités des antennes est effectuée au moyen de conducteurs indépendants.

L'énergie électrique pour le poste est produite par un groupe électrogène; ce groupe comprend un moteur actionnant une dynamo fournissant du courant continu sous une tension réglable de 110 à 160 volts; ce générateur est protégé contre les décharges à haute fréquence par des shunts en graphite.

Le courant continu fourni par le groupe prémentionné est converti en courant alternatif pour l'excitation des appareils radiotélégraphiques au moyen d'un groupe moteur-générateur; ce groupe est réglé du côté moteur à l'aide d'un rhéostat d'excitation qui permet d'en modifier la vitesse de 16 0/0 de part et d'autre de la vitesse normale et, du côté générateur, à l'aide d'un second rhéostat de champ à l'aide duquel la tension peut être abaissée jusqu'à 70 0/0 de la tension normale.

La tension de travail peut encore être modifiée par l'intermédiaire du transformateur d'excitation de l'antenne, qui est pourvue dans ce but d'un nombre considérable de bornes de prise de courant.

Sur l'axe, du côté de l'alternateur, est monté le disque d'un éclateur rotatif à saillies, tournant entre des électrodes multiples et réglables.

Le transformateur principal est du type ordinaire à noyau; l'enroulement primaire à basse fréquence est formé d'une bobine à noyau de fer, refroidie par circulation d'eau. Ces deux parties sont protégées par des bobines de self. Le primaire et le secondaire du jigger sont indépendants. L'inductance de syntonisation de l'antenne est formée d'une hélice de câble semblable au secondaire du jigger.

La réception se fait au moyen du détecteur à

vide; le poste comporte aussi un détecteur magnétique.

Les différentes parties de l'équipement sont commandées par un tableau comprenant trois panneaux, affectés respectivement à la dynamo et à la batterie, au moteur-générateur et à l'alternateur; toutes les canalisations sont placées dans des gaînes recouvertes (1).

HENRY.

# Successifs développements d'un réseau de distribution à Londres.

La distribution du gaz d'éclairage, qui vient d'atteindre, dans le Royaume-Uni, sa centième année d'existence, a prouvé, par cela même, sa vitalité et ses succès; il est intéressant, en conséquence, d'examiner les progrès réalisés par sa rivale, la distribution d'électricité, qui ne compte dans Londres, cependant, qu'un quart de siècle et qui, pourtant, lui fait une si sérieuse concurrence. Vingt-cinq années de distribution électrique semblent donc pouvoir devenir un thème intéressant d'études comprenant les progrès financiers, commerciaux et techniques réalisés aujourd'hui, de manière à représenter en son ensemble l'historique de cette question depuis l'invention de la dynamo et de la lampe électrique, qui est le point de départ de toute la science électrique moderne. Les immenses changements qui se sont successivement produits dans cette science, peuvent spécialement être appréciés par des ingénieurs qui visiteraient actuellement des stations ayant débuté jadis modestement et qui ont franchi une série de transformations, adopté telle ou telle machine au fur et à mesure de leur invention pour en arriver à appliquer aujourd'hui un matériel moderne. Même dans une station dont l'installation ne date que de dix ou douze ans, cette transformation est remarquable; certains ingénieurs municipaux déplorent l'obligation dans laquelle ils se trouvent de se servir d'antiques moteurs à vapeur qui étaient, lors de leur installation, considérés comme le drenier mot du progrès et qui, aujourd'hui, font triste figure en comparaison des nouveaux groupes électrogènes à turbine ou à moteur Diesel.

La faiblesse que montrent les autorités municipales à vouloir consacrer tous les profits de leur distribution électrique à la réduction des taxes locales, les ont conduites à négliger la formation d'un fonds de réserve pour la dépréciation et l'amortissement, de telle sorte que les ingénieurs actuels sont contraints de conserver l'ancien matériel, n'ayant pas de ressources financières suffisantes pour le remplacer à nouveau. Il en résulte qu'il n'est pas possible d'abaisser les tarifs de vente de courant comme on peut le faire dans des villes plus favorisées des circonstances et où on a pu rajeunir le matériel générateur.

Cette situation de certaines entreprises municipales a été particulièrement mise en évidence tout dernièrement, grâce à des installations qui devaient, pour réussir, distribuer l'énergie à bon marché et qui ont échoué par suite des fautes financières mentionnées ci-dessus. Ce sujet a été développé dans plusieurs rapports annuels d'ingénieurs municipaux dans le but de faire impression sur l'esprit des conseillers municipaux non techniciens et de leur persuader qu'il est nécessaire de créer des fonds de réserve et de ne pas dilapider maladroitement leurs bénéfices au profit des imposés commerciaux. L'un de ces ingénieurs a même publié dans ce sens un réquisitoire tendant à démontrer aux municipalités qu'elles ne peuvent prétendre au développement d'une installation d'électricité si les machines anciennes ne sont pas toutes remplacées par un matériel moderne.

Il est tout naturel d'en arriver à cette conclusion lorsque l'on constate le passé et le présent de l'une des plus anciennes stations d'énergie de Londres qui, établie en 1889, a passé par des années d'efforts ininterrompus pour aboutir à son état actuel. Nous voulons parler de l'entreprise de la London Electric Supply Corporation, au sujet de laquelle M. G.-Z. de Ferranti, avec sa remarquable compréhension de l'avenir, quia caractérisé d'ailleurs la plupart de ses travaux, a établi les premières lignes à haute tension qui, à cette époque, furent critiquées par certaines autorités du jour et qui ne réussirent que grâce à la persévérance de lord Wantage et des autres financiers intéressés dans l'affaire. L'entreprise était des plus difficiles à mener à bonne fin, les expériences engloutirent des capitaux

(1) *Spanish internal Communication Marconigraph*, mars 1912, p. 8.

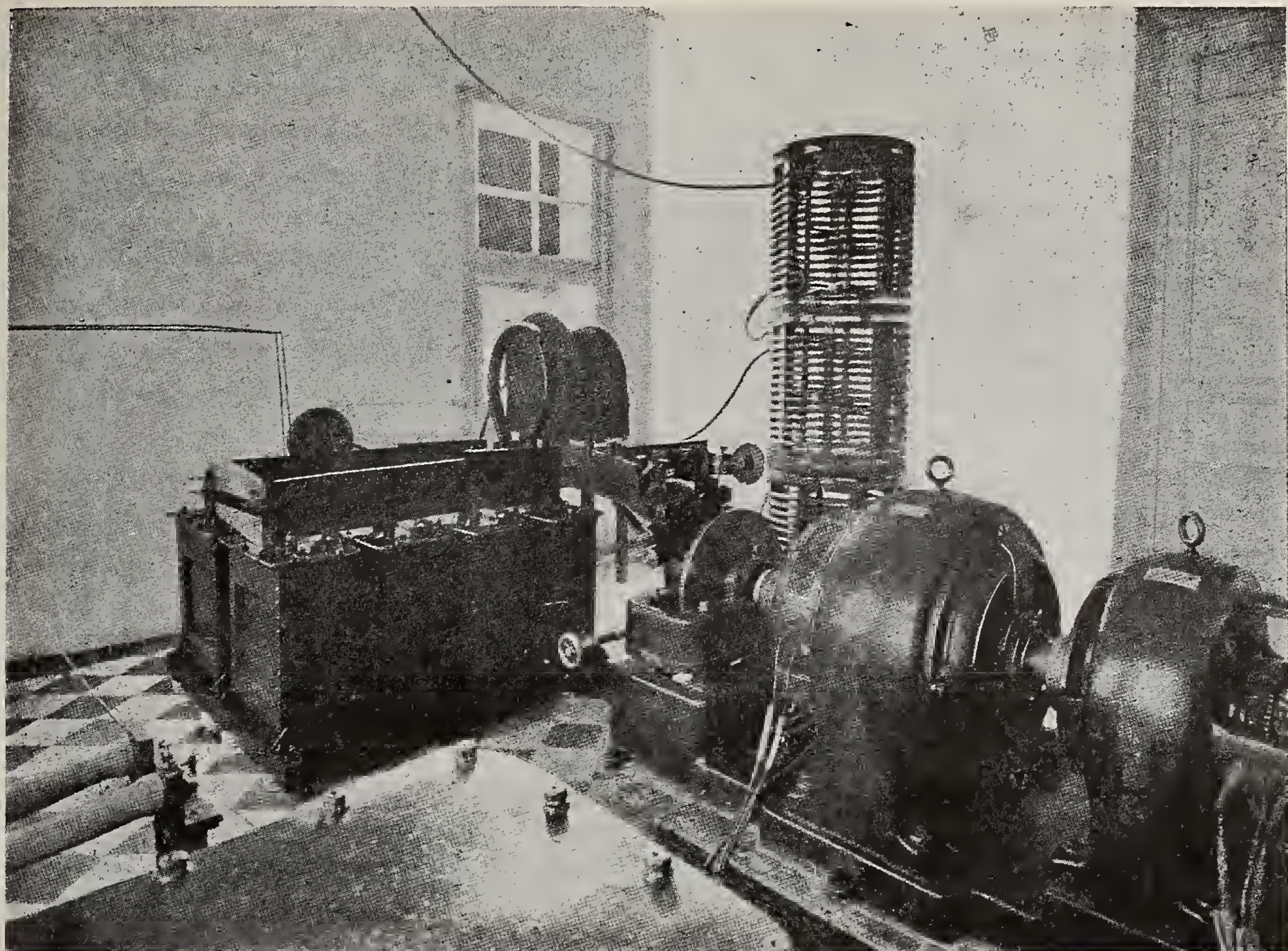


Fig. 102. — Station génératrice d'Aranjuez.

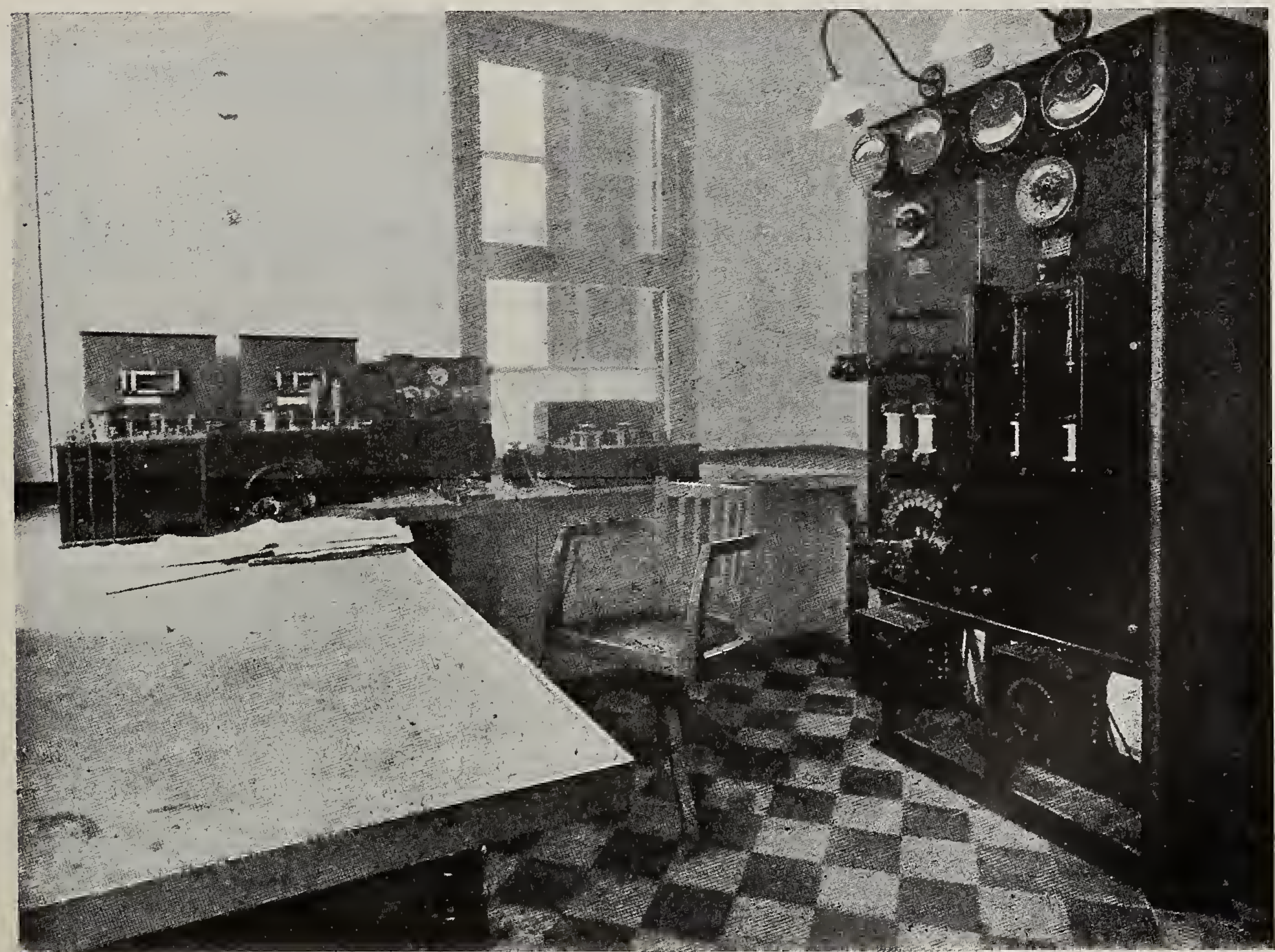


Fig. 103. — Poste de réception et de transmission d'Aranjuez.

considérables sans espoir de retour, bien entendu avant que l'on ait pu définitivement faire fonctionner la ligne à la haute tension de 10 000 volts.

C'est donc la gloire de M. de Ferranti et des associés d'avoir pu mettre en service la première station qui fonctionna à haute tension dans le monde entier et dont les autres ne furent que des copies. Il est également intéressant de rappeler que le câble Ferranti, fabriqué en 1889, se composait de tubes de cuivres concentriques, représentant les deux conducteurs et séparés par un isolement de 12,5 mm de papier, chaque conducteur présentant une section de 1,6 cm².

L'isolant au papier était imprégné sous pression de cire « Ozokerite ». Les câbles ainsi formés étaient fabriqués par longueur de 6,10 m et on élongea environ 45 km de ces câbles. Pendant de longues années, ce réseau fonctionne avec toute satisfaction sous une tension de 10 000 volts malgré ce fait que l'on comptait 7000 joints. Des sections considérables de ce réseau sont encore en service; l'ensemble du réseau fut finalement souterrain après avoir, au début, été étudié sur les remblais et les ponts d'une ligne de chemin de fer.

Un groupe d'ingénieurs, auquel on a permis de visiter la station, a publié un rapport officiel, donnant des détails circonstanciés sur l'ancien et le nouveau matériel générateur. Actuellement, l'énergie est produite, selon les besoins, par quatre services distincts, à savoir : 1° la distribution primitive monophasée à 10 000 volts, 85 périodes, pour l'éclairage; 2° le courant continu à trois fils sous 460-230 volts pour la force motrice et l'éclairage; 3° les courants triphasés, 25 périodes, 6600 volts, pour les gros abonnés et pour la traction; 4° le courant monophasé à 6600 volts et 25 périodes, consommé par le chemin de fer de Brighton. Si nous considérons cette station au point de vue de l'alimentation en traction, on note les groupes avec moteurs à piston de 2500 kw qui distribuent l'énergie au réseau de tramways du Conseil de Comté de Londres et plus récemment à la section à courant monophasé de la ligne de Brighton. Ces génératrices sont des machines triphasées à enroulement en étoile et disposées de manière à pouvoir alimenter une distribution monophasée ou triphasée; elles sont maintenant employées avec deux nouveaux groupes à turbines de 10 000 ch qui viennent d'être installés depuis peu.

La station est divisée en deux sections, l'une pour la traction et la force motrice, l'autre pour l'éclairage. Le matériel d'éclairage consiste en machines monophasées Ferranti et Thomson-Houston à 10 000 volts et 85 périodes. Le tableau primitif de distribution, en service depuis dix-sept ans, est encore en service et les commutateurs-interrupteurs n'ont jamais donné lieu à aucun trouble. Il n'y a pas de commande automatique sur les génératrices; on avait disposé dernièrement un interrupteur à huile, mais comme les autres fonctionnaient toujours bien, on ne s'en est pas servi, bien que sur les circuits de travail de la compagnie on ait monté des interrupteurs à huile depuis 1892, date de leur premier emploi pratique. Pour les circuits principaux à 10 000 volts, on se sert de modernes commutateurs à huile et de régulateurs automatiques de tension. L'ensemble de tout l'appareillage de commutation a été organisé par M. Partridge, l'ingénieur en chef de la compagnie. Récemment on a installé dans la station un groupe moteur-générateur Westinghouse de 2000 ch. Le moteur de ce groupe est alimenté au moyen du réseau triphasé à 25 périodes et actionne une génératrice donnant du courant monophasé à 10 000 volts, 85 périodes. Grâce à ce dispositif, les deux parties de la station peuvent être reliées entre elles quand il en est besoin et les grandes turbines employées à leur maximum de puissance et de rendement. Ce groupe est, en outre, employé au moment de la pointe d'éclairage avec les autres génératrices montées en parallèle avec lui et bien qu'il soit seul muni d'un régulateur Tirrill, il permet d'obtenir dans toute la section d'éclairage une tension absolument constante. Ce groupe est établi d'une manière spécialement robuste, de manière à résister à tous les chocs mécaniques dus aux courts-circuits ou à une synchronisation défectueuse se produisant sur les autres parties de la station génératrice. Ce matériel est un exemple frappant de la manière dont il est possible d'alimenter des réseaux en courants alternatifs avec des fréquences et des tensions différentes. La station génératrice de Deptfort fonctionne régulièrement en parallèle avec la station de Comté du Comité de Londres depuis plusieurs années et la pratique a démontré que les principales difficultés telles que l'induction, etc., ont été surmontées en ayant une fréquence de 25 périodes au lieu de 50. On y compte, en outre, six groupes d'éclairage à 10 000 volts et le côté moderne de la station qui vient d'être récemment achevé mérite une mention particulière. Le tableau de distribution pour la traction commande les quatre groupes de 2500 kw avec moteurs à piston, ainsi que les deux groupes turbo-alternateurs triphasés de 7500 kw. De ce tableau partent les quatre feeders à courant monophasé, destinés au

service du chemin de fer et cinq feeders triphasés pour alimenter en force motrice les diverses usines se trouvant dans la zone sud de Londres. Le système de commutation est disposé de telle sorte que toute machine peut être affectée à l'un ou à l'autre des services ci-dessus mentionnés et des lampes-pilotes indiquent au surveillant quels sont les groupes en fonctionnement et ceux qui sont disponibles. Par suite des difficultés que l'on a rencontré pour le nettoyage ou la visite des parties actives du tableau à haute tension et pour se conformer aux prescriptions nouvelles, on a modifié et perfectionné certaines dispositions. C'est ainsi que dans la nouvelle section du tableau, les commutateurs à huile commandant les groupes à turbines sont placés en haut, tandis que ceux qui commandent les feeders sont installés en bas. L'ensemble des conducteurs à haute tension sont établis de manière que chacun d'eux et son commutateur sont protégés par des enveloppes fermées mises à la terre. Il s'ensuit que les soins de nettoyage sont réduits et presque annulés et que les conducteurs actifs ne peuvent être touchés accidentellement. Les commutateurs des groupes électrogènes sont d'un type extrêmement puissant et peuvent supporter un courant de 2000 ampères et, au moment d'un court-circuit, 4000 ampères. Ils ont été, à l'essai, montés sur des groupes de 10 000 ch. A cause des intensités considérables données par les turbo-génératrices en court-circuit, on a pensé utile d'installer des bobines de réactance, de manière à réduire l'intensité autant que possible et à prévenir des efforts exagérés sur les enroulements. Une bobine de réactance est employée sur la distribution de la traction et possède une réactance d'environ 4 0/0; elle peut supporter un courant de court-circuit de 10 000 ampères; elle pèse 15 tonnes. Les deux turbo-alternateurs comportent des turbines Parsons et des génératrices Brown-Boveri. Ces alternateurs sont les plus puissants qui aient été construits en Angleterre; ils ont été spécialement destinés à un service de traction à cause des surcharges qu'ils peuvent supporter. Leur puissance est de 7500 kw à fonctionnement normal et peuvent fournir une surcharge de 50 0/0 pendant une demi-heure.

La chaufferie comprend 22 chaudières Babcock et Wilcox et 10 chaudières Payman avec surchauffeurs et économiseurs; l'eau de condensation est puisée directement dans la Tamise par l'intermédiaire d'une nouvelle forme de filtre se composant principalement d'un cylindre percé de trous, monté sur l'arbre de la pompe centrifuge et qui tourne lentement. L'eau passe à travers ces trous et les impuretés retenues par la surface du cylindre tombent dans un récipient et de là peuvent être rejetées dans le fleuve.

A.-H. B.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

Nous avons à nous demander maintenant comment $\Delta$ se comporte quand on fait varier l'un ou l'autre des coefficients $\lambda$, $a$, $n$ ou $f$.

On résout facilement cette question en considérant comme constants trois des coefficients; $\Delta$ est alors fonction du quatrième pris comme variable indépendante. Avec les valeurs de ce quatrième coefficient variable prises pour abscisses, si on porte en ordonnées les valeurs correspondantes de $\Delta$, on obtient une courbe représentative de la variation. La forme de cette courbe ne dépend que du lien existant entre $\Delta$ et le coefficient variable.

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1128, 10 août 1912, page 84 n° 1129, 17 août 1912, page 103, n° 1130, 24 août 1912, page 117 et n° 1133, 14 septembre 1912, page 166.

Supposons qu'on prenne le coefficient $a$ comme variable, on peut écrire la formule (30) de la façon suivante :

$$\Delta = \sqrt{\frac{2\lambda}{0{,}036\,nf}} \times \sqrt{a} \qquad (31)$$

Par hypothèse, $\lambda$, $n$ et $f$ sont constants, de sorte que le premier radical, tous calculs faits, se réduit à un coefficient constant que nous pouvons représenter par $K_1$

$$K_1 = \sqrt{\frac{2\lambda}{0{,}036\,nf}}$$

ce qui permet d'écrire :

$$\Delta = K_1 \sqrt{a} \qquad (32)$$

Si, au lieu de $a$, on avait pris $\lambda$ pour variable, le premier radical de la formule (31) aurait eu une autre valeur constante $K'_1$, dans laquelle eût figuré $a$ au lieu de $\lambda$ et on aurait trouvé pour $\Delta$ une fonction de même forme :

$$\Delta = K'_1 \sqrt{\lambda} \qquad (33)$$

Il suffit d'étudier la fonction (32) pour connaître le mode de variation de $\Delta$, que ce soit $a$ ou $\lambda$ qui soit pris comme variable.

On verrait de même que $\Delta$ est lié à $n$ et $f$ par une fonction de même forme :

$$\Delta = K_2 \sqrt{\frac{1}{n}} = K'_2 \sqrt{\frac{1}{f}} \qquad (34)$$

L'équation (32) en élevant au carré s'écrit

$$\Delta^2 = K^2_1\, a \qquad (35)$$

qui est l'équation d'une parabole rapportée à son axe pris pour axe des $a$ et à la tangente au sommet, pris pour axe des $\Delta$ (fig. 104). Le foyer F

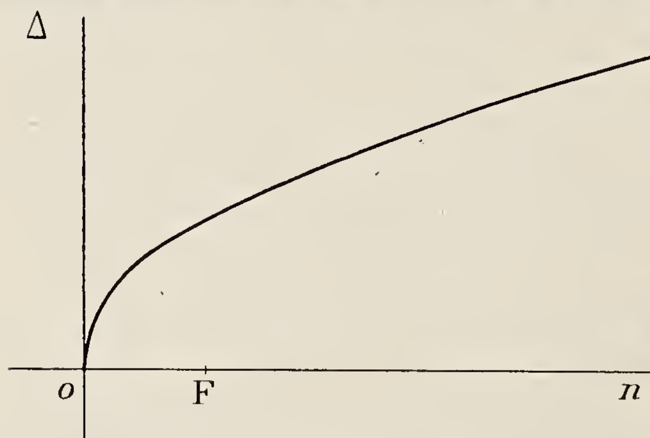



Fig. 104.

de cette parabole est sur l'axe des $a$ à une distance $\frac{K_1^2}{2}$ de l'origine. $\Delta$ étant toujours positif, la seule branche de la courbe au-dessus de l'axe des $a$, du côté des $\Delta$ positifs, est à retenir.

La position du foyer de la courbe, par conséquent, le tracé de cette dernière varieront suivant les diverses valeurs qu'on donnera aux quantités dont dépend le coefficient $K_1$.

Etudions de même l'équation (34).

En élevant au carré, on l'écrit

$$\Delta^2 = K^2_2 \frac{1}{n}$$

ou

$$\Delta^2 n = K^2_2 \qquad (36)$$

qui est l'équation d'une hyperbole du troisième degré.

On peut se rendre compte de la manière suivante de la forme de cette courbe.

Appelons $\Delta'$ une variable telle que

$$\Delta' n = K^2_2 \qquad (37)$$

Cette équation (37) est l'équation d'une hyperbole équilatère rapportée à ses asymptotes. Figurons cette courbe en B (fig. 105), et en A l'hyper-

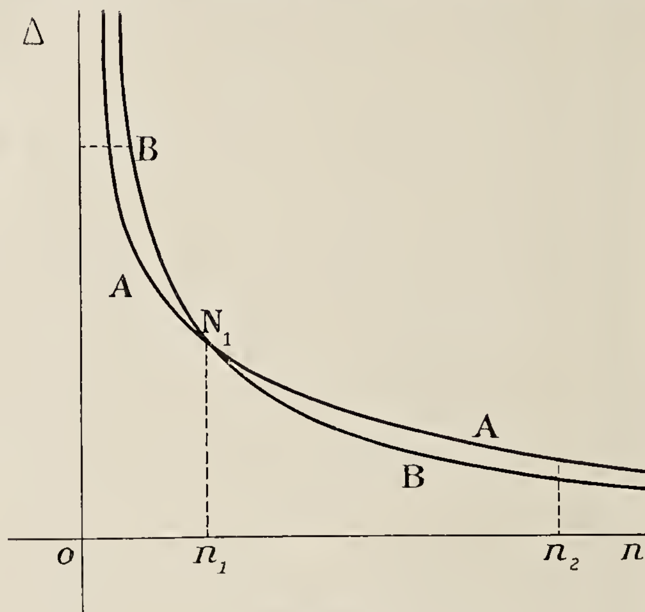



Fig. 105.

bole du troisième degré définie par l'équation (36).

Formons maintenant la différence $\Delta' - \Delta$ que nous désignerons par D.

$$D = \Delta' - \Delta = \frac{K^2_2}{n} - \sqrt{\frac{K^2_2}{n}}$$

d'après les équations (36) et (37).

Ceci peut s'écrire :

$$D = \frac{K_2(K_2 - \sqrt{n})}{n} \qquad (38)$$

Toutes les quantités qui figurent dans cette équation sont positives par nature. Alors D peut s'annuler pour :

$$K_2 = \sqrt{n}$$

ou

$$n_1 = K^2_2 \qquad (39)$$

en appelant $n_1$ cette valeur particulière de $n$ pour laquelle $D = 0$, c'est-à-dire $\Delta' - \Delta = 0$, ou enfin

$$\Delta = \Delta'$$

Ainsi l'hyperbole du troisième degré et l'hyperbole équilatère ont un point commun $N_1$ pour la valeur de $n$.

$$n_1 = K^2_2$$

Ce résultat acquis, l'équation (38) montre que pour

$$\sqrt{n} < K_2$$

D ou $\Delta' - \Delta$ est positif, c'est-à-dire qu'on a

$$\Delta' - \Delta > 0$$

ou bien

$$\Delta' > \Delta$$

ce qui signifie que à gauche du point $N^1$ d'abscisse $n_1$ l'hyperbole du troisième degré A se trouve au-dessus de l'hyperbole équilatère B.

Si, au contraire, on a

$$\sqrt{n} > K_2$$

$\Delta' - \Delta$ est négatif

$$\Delta' - \Delta < 0$$

ou bien

$$\Delta' < \Delta$$

ce qui signifie que à droite du point $N^1$ l'hyperbole du troisième degré A se trouve au-dessus de l'hyperbole équilatère B.

Si, pour les régions à droite du point $N_1$, on forme la différence positive $\Delta - \Delta'$

$$\Delta - \Delta' = \frac{K_2(\sqrt{n} - K_2)}{n}, \qquad (40)$$

on remarque que cette différence, déjà nulle pour la valeur particulière $n_1$ de $n$, s'annule à nouveau quand $n$ croît indéfiniment, c'est à mesure qu'on s'éloigne indéfiniment vers la droite et l'axe des $n$.

En effet, à mesure que $n$ croît, $K_2$ finit par devenir négligeable devant $\sqrt{n}$ et l'expression (40) se réduit à

$$\Delta - \Delta' = \frac{K_2\sqrt{n}}{n} = \frac{K_2}{\sqrt{n}} \qquad (41)$$

qui montre que, $n$ croissant indéfiniment, la diffé-différence $\Delta - \Delta'$ finit par devenir plus petite que toute quantité donnée.

La différence $\Delta - \Delta'$, toujours positive (au-delà du point $N_1$), nulle pour $n_1 = K_2^2$ et nulle encore pour $n = \infty$ doit donc passer par un maximum entre ces deux valeurs. La valeur correspondante de $n$ est celle qui annule la dérivée de $\Delta - \Delta'$.

Cette dérivée est :

$$K_2 \frac{\sqrt{n} - 2K_2}{2n^2}$$

elle s'annule pour

$$\sqrt{n} = 2K_2$$

ou, $n_2$ désignant cette valeur particulière de $n$

$$n_2 = 4K_2^2 \qquad (42)$$

En comparant cette valeur à celle de $n_1$ on reconnaît que

$$n_2 = 4n_1 \qquad (43)$$

c'est-à-dire que $\Delta$-$\Delta'$ est maximum pour une ordonnée menée par un point de l'axe ON quatre fois plus éloigné de l'origine que l'abscisse du point d'intersection des deux hyperboles.

Si, pour une même valeur de l'ordonnée $\Delta$, on étudiait la différence $n$-$n'$ des abscisses correspondantes on trouverait des résultats tout à fait analogues.

Nous n'insisterons pas davantage sur cette discussion, dont le but était de faire apparaître, par une comparaison avec une courbe simple et bien connue, la forme de la courbe du troisième degré à laquelle nous avons été conduits et nous nous contenterons de signaler aux amateurs de curiosités mathématiques les résultats intéressants qu'ils pourraient recueillir de l'étude comparative de la *courbure* des deux courbes.

Ainsi quand les coefficients $\lambda$ ou $a$ de la formule (30) croissent d'une petite à une grande valeur, la variation correspondante de $\Delta$ est figurée par la courbe de la figure 104.

Quand $n$ ou $f$ croissent d'une petite à une grande valeur, c'est la courbe de la figure 105 qui représente la variation de $\Delta$.

Ayant ainsi fixé les idées sur les coefficients qui entrent dans la formule (30) nous ferons immédiatement quelques applications.

Supposons d'abord qu'il s'agisse de transporter un courant de 50 ampères sous une tension de 220 volts à 400 m de distance au moyen d'une canalisation en cuivre nu.

Il faut déterminer la densité de courant $\Delta$ la plus avantageuse, et pour ce faire, fixer la valeur numérique des coefficients de la formule (30). Pour 50 ampères on peut prévoir que la section sera celle d'un câble à 19 brins. On obtiendra $\lambda$ en multipliant par le cours du cuivre le coefficient donné par le tableau I pour les câbles à 19 fils, soit 0,009 255.

Le cours du cuivre étant de 200 fr les 100 kg, par exemple, on aura

$$\lambda = 0{,}009255 \times 2 = 0{,}01851.$$

Supposons l'intérêt des capitaux fixé à 5 o/o et la durée d'amortissement à vingt années, le coefficient $a$ sera la somme du taux d'intérêt 0,05 et du taux d'amortissement 0,0303 pour 5 o/o et vingt années tiré du tableau IV donné précédemment.

Le coefficient $a$ est ainsi

$$0{,}05 + 0{,}0303 = 0{,}0803$$

Admettons que la canalisation en question

fonctionne 6 heures par jour pendant 300 jours par an. Le coefficient $n$ sera :

$$300 \times 6 = 1800.$$

Enfin, le coefficient $f$ est le prix du watt-heure. C'est plus généralement le prix de l'hectowatt-heure qui est fixé et nous considérerons que sa valeur peut osciller, suivant les circonstances, de 0,01 fr à 0,08 fr, bien qu'il puisse se rencontrer des valeurs extérieures à ces limites. Admettons dans le cas présent le prix le plus bas, soit 0,01 fr, ce qui met le watt-heure à 0,0001.

La densité de courant cherchée $\Delta$ sera donc le résultat du calcul suivant :

$$\sqrt{\frac{2 \times 0{,}01851 \times 0{,}0803}{0{,}036 \times 1800 \times 0{,}0001}}$$

En effectuant, on trouve :

$$\Delta = 0{,}677.$$

Si, au lieu de l'utilisation de 6 heures par jour pendant 300 jours, envisagée dans cet exemple, on pouvait compter sur 10 heures, le coefficient $n$ de la formule (30) prendrait ici la valeur 3000. Les autres constantes conservant leurs valeurs, il en résulterait pour $\Delta$ une nouvelle valeur :

$$\Delta' = 0{,}524.$$

Ce résultat est bien conforme à ce qu'on pouvait prévoir : la durée de fonctionnement étant plus grande, la quantité d'énergie perdue est aussi plus grande et la section du câble doit augmenter si on veut garder les mêmes conditions économiques.

Nous avons compté dans ces évaluations le watt-heure au prix le plus bas. Si on le compte à 0,0008 fr, on trouve qu'il faut donner à $\Delta$ la valeur

$$0{,}24$$

si la durée de fonctionnement annuel est de 1800 heures et la valeur

$$0{,}185$$

si cette durée est de 3000 heures.

Ces résultats appellent quelques observations.

Les deux premières valeurs trouvées pour $\Delta$ peuvent être admises. Il n'en est pas de même des deux dernières qui conduiraient à des dépenses d'établissement, conformes il est vrai à la règle d'économie, mais tout à fait prohibitives.

Les sections de cuivre, et par suite le prix des conducteurs, sont, en effet, en raison inverse des densités de courant. Formons les rapports de la première valeur trouvée pour $\Delta$ à chacune des trois dernières; ces rapports sont :

$$\frac{0{,}677}{0{,}524} = 1{,}29$$

$$\frac{0{,}677}{0{,}24} = 2{,}82$$

$$\frac{0{,}677}{0{,}185} = 3{,}66.$$

Ainsi, prenant pour terme de comparaison la dépense d'établissement correspondant à la première densité de courant, la dépense d'établissement serait 1,29 fois plus élevée avec la seconde, 2,82 fois plus élevée avec la troisième et 3,66 fois avec la dernière.

Il faut alors modifier les conditions du problème : ou bien sacrifier la règle d'économie, ou bien modifier les données techniques de la distribution, par exemple accroître, si on le peut, la tension.

On ne doit cependant pas perdre de vue, qu'au seul point de vue de la règle d'économie, puisque la longueur de canalisation n'entre pas dans la formule (30), un accroissement de la tension est sans influence sur la densité de courant déterminée au moyen de cette formule. Mais, pour une même puissance transportée, il faut alors un courant moindre et il devient plus facile d'adopter de faibles densités de courant. Pour des lignes aériennes, par exemple, pour lesquelles les conditions de résistance mécanique imposent une section minimum aux conducteurs, il arrivera fréquemment qu'avec une tension élevée la densité de courant sera faible et très voisine de celle à laquelle conduirait la stricte application de la formule (30).

Il y a ainsi un grand nombre de problèmes dans lesquels les données sont la distance à parcourir, c'est-à-dire la longueur de canalisation $L$ et la puissance à transporter. Or, cette puissance est le produit de deux facteurs, la tension et l'intensité du courant, de telle sorte que si c'est seulement leur produit qui est déterminé, on peut donner à la tension une valeur élevée. Le courant est alors petit et comme la puissance perdue, — $R$ étant la résistance de la ligne, — est égale au produit $RI^2$, on voit que cette puissance perdue diminue si on accroît la tension; cette diminution peut parvenir à compenser l'accroissement des dépenses d'amortissement qui résultent d'une section un peu plus forte. En tout état de cause, plus le courant est faible et plus il est facile d'adopter de petites densités de courant.

Il y a encore une restriction à apporter à ces

considérations. L'augmentation de la tension ne peut pas toujours se faire gratuitement, au point de vue dépense d'énergie. Si, par exemple, on doit, pour élever la tension, recourir à un transformateur, il faut tenir compte du rendement de ce dernier. Ce rendement n'intervient en aucune façon dans les calculs relatifs à la ligne, mais il faut encore examiner quel rapport existe entre l'énergie perdue dans le transformateur et l'amélioration des conditions de distribution de la ligne.

Comme on le voit, il s'agit, dans tous ces problèmes, d'une affaire de tâtonnements successifs, de comparaisons délicates qui sont beaucoup plus une affaire d'expérience que de théorie. La théorie ne peut ici que donner des directions et souligner les difficultés, sans qu'il y ait à songer à la condenser dans une formule précise.

Quand on a à faire des évaluations du genre de l'exemple numérique que nous venons de traiter, on n'est pas toujours certain à l'avance de la valeur exacte des coefficients. Il y a souvent un ou deux de ces coefficients qui sont incertains. Le plus souvent, ce sont les coefficients $n$ ou $f$ sur lesquels on hésite. On peut alors s'éviter, de la façon suivante, des calculs fastidieux.

Supposons, par exemple, que ce soit le coefficient $f$ qui reste indéterminé. On considérera alors $\Delta$ dans la formule (30) comme une fonction de $f$, comme nous l'avons fait précédemment, formule (34).

$$\Delta = K'_2 \sqrt{\frac{1}{f}} \qquad (34)$$

On calculera la valeur du coefficient $K'_2$

$$K'_2 = \sqrt{\frac{2\lambda a}{0{,}036\, n}}$$

Puis on construira l'hyperbole du troisième degré

$$\Delta^2 f = K'^2_2 \qquad (44)$$

tracé sur lequel on lira immédiatement les valeurs de $\Delta$ correspondant à chaque valeur de $f$.

Si, en même temps, les valeurs du coefficient $n$ étaient incertaines, on ferait choix d'un certain nombre de valeurs particulières $n_1$, $n_2$, $n_3$... $n_n$ comprises dans l'intervalle probable de variation de ce coefficient; on calculerait la valeur du coefficient $K'_2$ correspondant à chacune de ces valeurs de $n$ et on construirait, avec les mêmes échelles, les hyperboles du troisième degré successives.

$$\left.\begin{array}{l} \Delta^2 f = K'^2_{2(n=1)} \\ \Delta^2 f = K'^2_{2(n=2)} \\ \quad\cdot \qquad \cdot \\ \quad\cdot \qquad \cdot \\ \quad\cdot \qquad \cdot \\ \Delta^2 f = K'^2_{2(n=n)} \end{array}\right\} \qquad (45)$$

On aurait ainsi constitué un abaque qui, par simple inspection, donnerait les valeurs de $\Delta$ correspondant aux différentes données qu'on peut être successivement amené à envisager. Une telle manière de procéder facilite beaucoup l'étude des projets, car ces tracés sont très rapidement exécutés.

Nous avons trouvé précédemment la valeur de $\Delta$, formule (30), qui rend minimum la dépense d'exploitation d'une canalisation. Nous avons maintenant à nous demander quelle est la valeur de ce minimum de dépense d'exploitation.

Nous avons trouvé pour la valeur de cette dépense F :

$$F = C + 0{,}036\, L \frac{I^2}{s}\, nf + 2\lambda s L a \qquad (27)$$

que nous pouvons écrire en multipliant et en divisant le second terme par $s$,

$$F = L C + 0{,}036\, L \frac{I^2}{s^2}\, nfs + 2\lambda s L a \qquad (46)$$

Remplaçant dans cette formule $\frac{I^2}{s^2}$ par sa valeur $\Delta$ tirée de (30), on voit que ce second terme prend, toutes réductions faites, la valeur

$$2\lambda a s L$$

et on peut écrire, en désignant par $F_m$ cette dépense minimum :

$$F_m = C + 4\lambda a s L \qquad (47)$$

En se rappelant ce que représentent le second et le troisième terme de (27), on voit ainsi que la densité de courant la plus économique est celle pour laquelle la dépense annuelle d'intérêt et d'amortissement est égale à l'énergie annuellement dépensée dans la ligne.

Nous retrouverons autrement ce résultat.

Soit $\Delta_m$ la densité de courant minimum, l'intensité de courant étant $I$, la section correspondante à adopter est $\Sigma$.

$$\Sigma = \frac{I}{\Delta_m} \qquad (48)$$

C'est cette valeur $\Sigma$ qu'on doit faire figurer à la place de $s$ dans (47) qui s'écrit définitivement :

$$F_m = C + 4\lambda a \Sigma L \qquad (49)$$

*(A suivre).* Ch. VALLET.

# Congrès de l'Association Britannique.

En plus des travaux présentés au congrès de Dundee et cités dernièrement dans ces colonnes, nous devons encore en mentionner quelques-uns examinés par la section de mécanique. Tel, par exemple, celui de MM. Kennelly et Pierce sur l'impédance des récepteurs téléphoniques affectés par le mouvement de leurs diaphragmes. Les auteurs de ce travail annoncent qu'ils ont fait des recherches sur les effets de fréquence qui se produisent dans les récepteurs téléphoniques, alors que cette fréquence oscille entre 430 et 2400 périodes par seconde. Ils emploient le pont de Wheatstone modifié par Rayeigh et les mesures ont été effectuées avec une tension constante de 0,3 à 1 volt aux bornes du récepteur. On a trouvé que la vibration du diaphragme téléphonique influe matériellement sur la résistance et l'inductance du récepteur; ces mesures ont été répétées avec le diaphragme fixe ou amorti et avec le diaphragme libre. Dans le premier, la résistance est fonction simple de la fréquence et en raison inverse de l'inductance pour une variation considérable de la fréquence; l'impédance d'un récepteur téléphonique augmente alors avec la fréquence régulièrement, selon une courbe très adoucie. Dans le second cas, avec le diaphragme libre, l'impédance varie selon une courbe fermée, lorsque la fréquence se rapproche de la fréquence fondamentale du diaphragme. Il y a donc, ainsi, deux fréquences différentes pour lesquelles l'impédance d'un téléphone est unique et la même. Si l'impédance avec diaphragme amorti est soustraite de l'impédance au diaphragme libre, la différence peut s'appeler impédance de mouvement du récepteur à la fréquence considérée. On a découvert que le lien commun de l'impédance de mouvement d'un récepteur, lorsque la fréquence passe de 0 à 2400 périodes par seconde, est un cercle passant par l'origine des coordonnées. En d'autres termes, si nous reportons comme ordonnées la réactance de mouvement et la résistance de mouvement comme abscisses, à mesure que la fréquence augmente, nous voyons que les points de rencontre forment un cercle passant par l'origine.

L'inflammation des mélanges gazeux par des arcs électriques momentanés, tel est le sujet d'une étude du professeur W. Thornton. Il dit que le cas inverse du moteur à gaz, c'est-à-dire les conditions avec lesquelles de simples étincelles électriques isolées ne peuvent enflammer des gaz, est de très grande importance dans les mines de charbon. Son travail est le résumé de recherches effectuées sur les intensités minima, continues ou alternatives, capables d'enflammer des mélanges gazeux à différentes tensions et fréquences.

Les limites inférieures et supérieures des mélanges pour lesquelles l'inflammation est possible ont été trouvées être de 4,25 et 14 0/0 pour le grisou dans l'air et 6 et 40 0/0 pour les gaz de charbon de terre. Il y a un maximum bien déterminé de sensibilité d'inflammation à 7 0/0 dans le premier cas et à 8,5 0/0 dans le second. Avec du courant continu, l'intensité minimum d'inflammation est approximativement proportionnelle à la tension; avec du courant alternatif la fréquence a peu d'importance et l'intensité reste constante par une grande variation de tension, étant plus élevée pour le méthane et que pour le gaz de houille La quantité d'énergie développée par l'étincelle qui pourra enflammer les mélanges les plus sensibles, est d'environ 0,10 joule correspondant à la combustion de 37 $cm^3$ d'un mélange à 11 0/0 de gaz de houille. Des étincelles isolées provoquent donc relativement peu d'inflammation. Il semblerait résulter de ces recherches que si l'on emploie du courant alternatif comme signaux ou si il n'existe pas d'étincelles continues à un contact, les risques d'inflammation provenant de signaux électriques dans les mines sont extrêmement faibles. Si les étincelles se produisent à un contact vibratoire, les sonneries doivent être enfermées dans des boîtes à l'épreuve du feu ou être disposées dans des endroits qui ne peuvent pas être atteints par le grisou en des mélanges approchant de 4 0/0.

Le cinquième rapport de la commission des explosions dans un milieu gazeux a été lu à ce congrès devant la section de mécanique. Les travaux de la session 1911-1912 ont consisté principalement dans des mesures des radiations et des troubles qui se produisent dans une explosion gazeuse. Le professeur Dalby a poursuivi ses recherches sur la température dans les moteurs à gaz et sur la température atteinte dans la compression et la décompression de l'air. Dans son rapport, la commission donne un bref compte-

rendu de l'état actuel des connaissances relatives au flux de chaleur produit dans les parois du cylindre d'un moteur à gaz.

Dans la section de mathématiques et de physique est présenté un court résumé des expériences réalisées pour perfectionner la construction des étalons pratiques de mesures électriques. On y déclare que pendant ces deux années passées, des comparaisons de bobines de résistance et de piles-étalons, ainsi que des expériences comparatives avec le voltmètre à argent, ont été faites par des représentants du laboratoire national de physique et des laboratoires d'Amérique, de France et d'Allemagne. Les résultats obtenus montrent mieux que toute autre déclaration les accords remarquables qui existent maintenant entre les étalons électriques des quatre nations ci-dessus mentionnées.

Nous devons dire ici quelques mots du discours prononcé par le professeur Archibald Barr, président de la section de mécanique. Il dit que l'esprit de cette section lui semble être peu systématique et peut-être plus idéal que pratique. Il montre que l'ingénieur manque souvent à l'accomplissement rigoureux de ses devoirs, alors que ses travaux peuvent être la cause destructive de la santé ou de la propriété publique ou encore troubler ceux qui sont destinés à vivre avec eux et leur nuire. Ces considérations sont trop souvent négligées et lorsqu'on examine les causes immédiates des accidents et inconvénients qui résultent des activités scientifiques et industrielles, on reconnaît qu'elles sont dues à des fautes et non pas au progrès lui-même. Plus l'ingénieur apporte ses soins à parachever son travail et moindre est le dommage causé et l'accident qui devrait retomber sur lui. Si l'on démontre que cette loi est générale, comme nous croyons qu'elle doit l'être, nous pouvons prévoir comme un résultat direct du progrès accompli dans les arts mécaniques, la suppression de ces accidents et de ces troubles pour lesquels, dans une grande mesure au moins, l'ingénieur doit être reconnu comme responsable. Puis l'orateur examine les inconvénients résultant de la poussière provoquée par les automobiles de toute nature, les perfectionnements à apporter aux moteurs à explosion, etc., tous ces points et d'autres encore doivent être des buts d'études de la part des ingénieurs. Enfin, il parle brièvement du projet « tout par l'électricité » préconisé en 1910 par M. de Ferranti à l'institution des ingénieurs-électriciens et en promet la réalisation prochaine dès que la force motrice et la chaleur pourront être distribuées électriquement d'une manière parfaitement inoffensive, au moyen de stations centrales puissantes.

A.-H. B.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## DIVERS

### Perception électrique des sons en mer.

L'*Electrician* rapporte qu'à la suite d'essais effectués dans le marais de Congleton (Cheshire, Angleterre), MM. Wm. et G. Hodgkinson ont découvert un moyen de déterminer la direction de laquelle parviennent, en mer, les sons perçus. Les inventeurs se livrent actuellement, sur la Mersey, à des expériences destinées à démontrer le caractère pratique de leur découverte. L'appareil employé consiste en un grand tambour de 2,7 m de diamètre, élevé à une hauteur suffisante pour qu'il échappe à l'influence des bruits prenant naissance sur le pont du navire et pourvu de 16 embouchures réceptrices. A la base de ces embouchures sont disposées des anches reliées à des relais. Lorsque les anches en question sont mises en vibration par des ondes sonores, elles ferment un circuit et allument une des différentes lampes placées sur un tableau indicateur. Si le son est proche, plusieurs lampes se trouvent éclairées; mais si le son provient d'une distance supérieure à 1600 m, une seule lumière brille sur le tableau indicateur, et la position de cette lumière indique exactement de quel côté provient le son en cause. — G.

## ÉCLAIRAGE

### Emploi de la lumière électrique dans les mines.

L'*Electrician* analyse, comme il suit, une étude récemment publiée par un « expert en matière minière » : Plus de 50 0/0 des accidents graves survenant dans les mines sont dus à des « chutes de plafonds », et ces chutes font quatre fois plus de victimes que les explosions. Il est permis de supposer que le meilleur éclairage donné par la lampe électrique de sûreté, com-

parée à la lampe à huile jusqu'ici employée, aura pour effet de réduire l'importante proportion des accidents mortels qu'entraînent les chutes précipitées de plafonds. C'est qu'en effet la lampe de sûreté à huile ne constitue pas la meilleure source lumineuse possible pour examiner les chambres de travail d'une mine. Il n'est pas facile de projeter la lumière, d'ailleurs assez médiocre, sur les plafonds examinés; par suite, les éboulements, les lézardes et autres sypmtômes d'un manque de solidité qui deviendraient visibles avec une lumière plus brillante, peuvent facilement échapper à l'attention de l'observateur et entraîner plus tard de sérieuses conséquences. Pour ce motif, tout au moins, le meilleur éclairage obtenu avec la lampe électrique promet les plus grands avantages. Pourtant la lampe électrique, bien qu'elle offre une sécurité presque absolue en ce qui concerne les dangers d'explosion par le grisou, ne fournit aucune indication, comme le fait la lampe à huile, sur la présence d'une atmosphère explosive ou sur l'absence d'oxygène. Par suite, la mesure qui semble pour le moment la plus opportune, consisterait à donner aux ouvriers ordinaires, aux mineurs proprement dits, des lampes électriques, en ne confiant aux surveillants spécialement chargés de déterminer l'état atmosphérique de la mine, que des lampes dont la combustion se trouve influencée par la composition de l'atmosphère ambiante. — G.

## ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

## RECHERCHES

### Formation du chemin parcouru par l'éclair.

Nous empruntons à la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* l'analyse ci-après d'une étude de M. le docteur B. Walter, de Hambourg, sur le mode de formation de la voie suivie par l'éclair. D'après les photographies recueillies par M. Walter, l'éclair est souvent précédé de décharges en aigrette de plusieurs centaines de pieds de longueur; les sortes d'épanouissements lumineux sur le trajet principal de l'éclair que révèlent les photographies, doivent se considérer comme des voies latérales d'accès des décharges en aigrette qui préparent la direction devant être suivie. Les décharges en aigrette se succèdent dans un laps de temps très court — le plus souvent en moins de 1/100 de seconde — sous forme d'impulsions et elles émanent toutes du même point du nuage chargé. D'impulsions en impulsions, les décharges sous forme d'aigrettes s'avancent toujours davantage vers la terre; chacune d'elles utilise la voie déjà tracée par les précédentes et finit par un faisceau s'éparpillant librement dans l'atmosphère; enfin, l'une d'elles franchit l'espace restant jusqu'au sol, en sorte que la voie de l'éclair se trouve complète. La préparation de cette voie s'accomplit en 1/100 — 1/50 de seconde; par suite, dans certains cas, les décharges en aigrette sont perceptibles à l'œil. L'éclat de ces décharges est faible, en sorte que la plaque photographique ne peut que les recueillir rarement. — G.

### Un nouveau perfectionnement de la bouteille de Leyde.

Le *Mechaniker* signale un nouveau mode de fixation adopté par la maison Joh. Blume, de Berlin, de la tige métallique de la bouteille de Leyde (fig. 106). Alors que, dans les modèles antérieurs, la tige métallique *a* traversait une lame de liège fermant la bouteille, la même tige se

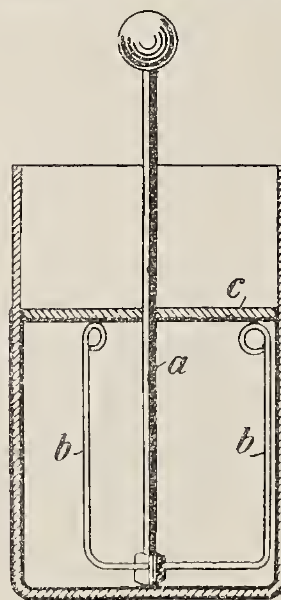



Fig. 106.

trouve maintenue, dans le système Blume, par les ressorts *b*, lesquels supportent le couvercle en ébonite et sont pressés contre la garniture intérieure en étain; ces ressorts assurent ainsi un bon contact de la tige avec la garniture métallique intérieure. Grâce à cette disposition, la tige est maintenue absolument solide et droite dans le récipient et elle ne peut pas, là où on emploie du liège, s'incliner d'un côté ou de l'autre sous l'action du moindre choc. — G.

### Bourdonnement des fils télégraphiques et téléphoniques.

Suivant la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik*, un météorologiste d'Ottawa, M. le professeur Arthur Field, a recherché à quelle cause il faut attribuer le bourdonnement des fils télégraphiques et téléphoniques, lequel devient particulièrement perceptible lorsque l'on applique l'oreille contre un support en bois. Le vent ne peut être considéré comme provoquant ces bruits, puisqu'on les perçoit même par les temps calmes

lorsqu'il ne fait absolument pas de vent. Or, on a constaté que les sons graves émis par les fils sont suivis, au bout d'un jour ou deux, d'un changement dans l'état atmosphérique, tandis que, au cas d'émission de sons aigus, le mauvais temps survient au bout de quelques heures. Il y a lieu de croire qu'au bourdonnement des conducteurs électriques correspond des vibrations véritablement acoustiques sur ces fils conducteurs, et M. Field attribue les vibrations en question au « trouble sismique » de l'intérieur de la terre qui précède toujours l'apparition du mauvais temps. Ce trouble sismique fait légèrement osciller les pendules horizontaux très sensibles employés dans l'étude des tremblements de terre; il apparaît chaque fois qu'un régime de très basse pression atmosphérique approche. Même lorsque le centre de la dépression barométrique se trouve encore à des centaines de kilomètres, le trouble en question imprime au sol de légères vibrations et se manifeste non seulement sur les poteaux télégraphiques, mais encore sur les fils que portent ces derniers. Alors le ton fondamental correspondant aux longues vibrations demeure imperceptible à l'oreille humaine à cause du nombre trop faible de ces vibrations, tandis que les sons harmoniques se font entendre. Depuis quelque temps, on attribue ce « trouble microsismique », dans l'Europe centrale, au ressac frappant les côtes de la mer de Norvège et de la mer du Nord, lequel est naturellement considérable lorsqu'une violente tempête approche et que la mer s'agite. — G.

### Production directe, par la chaleur, d'un courant électrique.

Le journal *Electrical Engineering* rapporte que MM. Harker et Kaye ont récemment présenté à la Société Royale de Londres un mémoire sur la production d'un courant électrique tiré du carbone porté à une haute température. Les deux inventeurs précités ont constaté que si on introduit dans un four électrique formé d'un tube en charbon fortement échauffé deux électrodes en charbon isolées et si on relie ensemble ces deux électrodes à l'extérieur, par un ampèremètre convenable et si, enfin, on loge une des électrodes en question dans une partie plus chaude ou plus froide du four, on constate immédiatement la production, sans intervention d'un potentiel extérieur, d'un courant instantané. On a ainsi obtenu des courants s'élevant jusqu'à 2 ampères. MM. Harker et Kaye ont en outre expliqué que la production d'un courant alternatif, grâce à l'emploi d'un dispositif périodique, convenablement combiné, est possible. On a ainsi obtenu en quelques minutes un courant de 0,8 ampère et pendant une bonne heure un courant de 0,1 ampère. — G.

## LAMPES

### Lampes électriques pour mineurs.

On doit se rappeler que l'année dernière a été ouvert un concours pour un prix de 1000 livres (25 000 fr), offert par un propriétaire d'une mine de charbon en Angleterre, pour la meilleure lampe électrique de mineurs remplissant certaines conditions spécifiées. L'idée et le but du donateur était d'encourager l'invention de types efficaces de lampes de sûreté électriques. Le concours était ouvert à toute personne de nationalité quelconque; les lampes soumises devaient être de construction robuste, de manière à pouvoir supporter un travail dur et continu, rendre impossible l'inflammation des gaz inflammables soit dans, soit hors la lampe. La batterie alimentant cette lampe devait être établie de telle sorte qu'aucun liquide ne puisse se répandre au dehors pendant le fonctionnement. En outre, la lampe devait être telle qu'elle ne puisse être détériorée par corrosion électrolytique et donner une lumière d'au moins 2 bougies pendant 10 heures sans interruption, avec une distribution lumineuse bien égale à l'extérieur de la lampe. Les conditions de prix de premier établissement, d'entretien, de manipulation et de poids étaient également mentionnées. MM. Rhodes et H. Merz, en publiant leur rapport sur les 195 lampes soumises à l'examen ont accordé le premier prix à la lampe C. E. A. G. envoyée par M. F. Farber, de Dortmund (Allemagne). Et comme bon nombre d'autres lampes possèdent de remarquables qualités, ils ont sectionné leurs prix. M. Farber reçoit 600 livres et 8 autres concurrents reçoivent 50 livres chacun. — A. H. B.

### Une nouvelle lampe électrique pour mineurs.

*L'Electrician* mentionne une nouvelle lampe électrique pour mineurs qui est une combinaison du type se portant à la main et de celui se portant sur la tête. Cette lampe, de petites dimensions, est à filament de tungstène; elle reçoit le courant convenable d'une batterie d'accumulateurs d'un poids minime. Elle porte un réflecteur destiné à éclairer un cercle de 2,7 m à une distance de 1,2 m de la position qu'elle occupe. La batterie, d'une capacité de 5 ampères-heure, présente des dimensions suffisantes pour alimenter la lampe durant 12 à 14 heures. Quand on veut la porter sur la tête, la lampe en question, avec son réflecteur, est fixée à la casquette du mineur et reliée, au moyen d'un cordon souple, à la batterie que le mineur porte attachée à sa ceinture ou à ses bretelles. Quand on veut porter la même lampe à la main, on l'introduit dans le récipient contenant la batterie et à côté de cette dernière, où elle prend la place de la fiche attachant le cordon souple.

La nouvelle lampe comporte les avantages suivants : solidité, légèreté et compacité, isolement complet de tous les organes conducteurs, présence d'une substance absorbante qui empêche l'électrolyte de s'échapper, petit nombre de contacts mobiles, puissance éclairante égale à celle donnée par une lampe ordinaire à 4 volts.

Nous regrettons de ne pouvoir fournir des détails précis sur l'origine, le lieu et le prix de vente de la lampe ci-dessus. — G.

### La lampe à filament ductile « Goblin ».

Suivant l'*Electrical Review*, la maison David Smith et Cie vient de mettre sur le marché une lampe perfectionnée, portant l'appellation ci-dessus, dont les filaments présentent une solidité qui n'avait pas encore été jusqu'ici réalisée. Ces filaments, au bout de 2000 heures de combustion, demeureraient aussi flexibles que quand ils n'ont pas encore servi et ils ne se courbent pas, en sorte que l'on peut placer la lampe en question dans une position quelconque. De plus, la même lampe aurait l'avantage de ne jamais noircir, quelles que soient les conditions dans lesquelles elle brûle. — G.

## PILES

### Une nouvelle pile.

Nous lisons dans l'*Electrical World* que M. R.-V. Heuser de Waterbury (Connecticut, Etats-Unis) vient d'imaginer une pile dans laquelle un amalgame de sodium constitue le composant le plus essentiel et représente l'électrode positive. La partie inférieure de cette pile consiste en une cuvette à nervures destinée à porter le récipient métallique logeant la pile. D'autre part, le couvercle de ce récipient contient une cuvette qui, à l'état normal, est remplie d'eau aussitôt que la pile se trouve en service. Des perforations pratiquées au fond du même récipient laissent l'eau pénétrer jusqu'à l'oxyde de cuivre dépolarisant qui se trouve dans la partie inférieure dudit récipient et à l'intérieur de l'électrode métallique négative. L'oxyde de cuivre, ainsi que l'électrode négative, se trouvent séparés de l'électrode positive par une mince plaque sur laquelle repose l'amalgame de sodium. Un cylindre en porcelaine sépare l'amalgame du récipient métallique formant l'électrode négative. Sur l'amalgame de sodium repose une plaque métallique qui est maintenue en contact intime avec cet amalgame par une paire de douilles d'une forme spéciale. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Radiotélégraphie et éclipse de soleil.

D'après la *Deutsche Verkehrs-Zeitung*, l'Administration allemande des télégraphes a fait étudier par ses bureaux compétents, le 17 avril dernier, quel effet pouvait exercer l'éclipse de soleil de ce jour-là sur la propagation des ondes électromagnétiques utilisées en radiotélégraphie. Les postes de Danzig, Emden, Berlin et Ebersswald ont alors constaté des différences dans l'intensité des sons correspondant à l'obscurcissement et, quelque temps après le maximum d'obscurcissement, une légère amélioration des sons recueillis par les appareils. Voilà une nouvelle confirmation du phénomène déjà souvent constaté — à savoir que les communications radiotélégraphiques se réalisent durant la nuit mieux que pendant le jour. — G.

### La radiotélégraphie dans l'Amérique du Sud.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* annonce que la compagnie « Telefunken » de Berlin vient d'installer avec succès une ligne radiotélégraphique qui traverse toute l'Amérique du Sud, de Lima sur la côte ouest, jusqu'à Para sur la côte est. Cette ligne franchit les hauteurs de 5000 à 6000 m des Andes et les 2200 km de forêts vierges du bassin de l'Amazone. Les télégrammes, déposés à Lima, sont transmis directement jusqu'à Manaos sur l'Amazone, soit 2200 km, puis retransmis de Manaos à Para, soit 1200 km — G.

### Communications radiotélégraphiques entre l'Europe et l'Amérique.

On lit dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que le *Times* de New-York se fait transmettre aujourd'hui radiotélégraphiquement, de la station Marconi de Clifden jusqu'à celle de Glace Bay, toute sa correspondance d'Europe, soit 3000 mots par jour et qu'il n'a plus recours aux câbles transatlantiques. La transmission de cette correspondance quotidienne, de Londres à New-York, dure environ 1 heure 56 minutes; elle est donc plus rapide que par la voie des lignes sous-marines; de plus, elle est sensiblement moins onéreuse. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Le micromonophone Kostelecky.

Le *Mechaniker* signale un micromonophone construit par M. Kostelecky, de Postelberg (fig. 107) qui sert à la production de courants variables ou alternants d'une fréquence constante. Cet appareil consiste essentiellement en un diapason à électro-aimant polarisé et en un petit microphone rectiligne touchant le fond de la boîte de résonance. L'électro-aimant et le microphone sont

montés en série avec une batterie. Pour actionner le microphone, il suffit de faire vibrer le diapason; les variations de courant dans le microphone, ainsi provoquées, agissent sur le diapason et les oscillations de ce dernier agissent, à leur tour, sur le microphone, etc.; par suite de ces effets réciproques, le diapason vibre jusqu'à ce que le circuit de la batterie employée se trouve fermé. Plus est faible la tension de la batterie, plus est

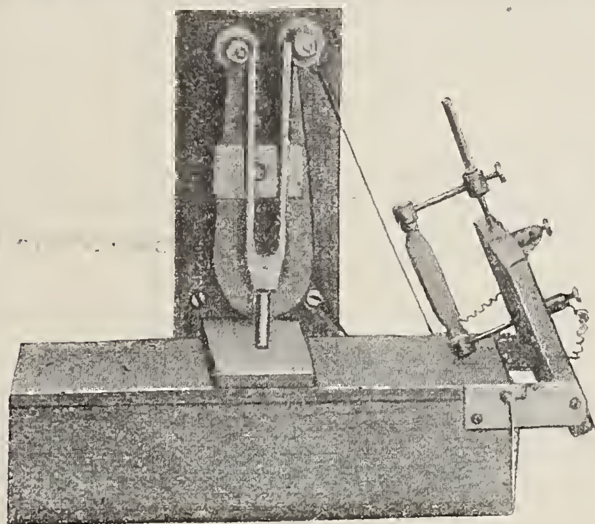


Fig. 107.

pur le son produit. Quand on veut employer les courants obtenus au moyen du micromonophone pour effectuer des mesures, il convient d'emprunter l'énergie à l'enroulement secondaire d'un petit transformateur dont la bobine primaire se trouve dans le circuit du micromonophone. Ce dernier présente, comparé aux interrupteurs à diapason, quelques avantages; on remarque, notamment, qu'il donne un son beaucoup plus pur et que la courbe de courant est plus sinusoïdale. — G.

## TRACTION

### Voitures d'un nouveau modèle sur les tramways électriques de Naples.

Suivant la *Rivista tecnica d'Elettricità*, on va mettre prochainement en service, sur les tramways électriques de Naples, un nouveau type de voiture à plateforme centrale, laquelle plateforme constituera une séparation nette entre la première et la seconde classe.

Cette innovation est en partie due à l'interdiction récente, prononcée par les règlements de police, d'admettre des voyageurs sur les plateformes antérieures.

La nouvelle voiture peut recevoir 40 voyageurs : 18 assis, distribués également entre la première et la seconde classe; 22 debout, dont 6 sur la plateforme d'arrière et 16 sur la plateforme centrale. De ces derniers, quatre peuvent s'asseoir, la plateforme centrale ayant reçu, dans les angles, quatre sièges en bois montés sur des charnières et se relevant automatiquement.

La voiture à plateforme comporte une répartition rationnelle de la charge. Évidemment, elle présentera une stabilité beaucoup plus grande que celle des automotrices qui reçoivent une charge sensible logée sur les plateformes extrêmes. En outre, les voyageurs debout se trouveront moins exposés aux secousses violentes, à l'entrée et à la sortie des courbes.

L'équipement électrique, système Thomson-Houston, comporte deux moteurs, chacun d'une puissance normale de 35 ch.

60 des voitures ci-dessus ont déjà été construites à Naples même. — G.

### Electrification des chemins de fer fédéraux suisses.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Anzeiger* les détails suivants sur le rapport spécial, récemment publié, de la commission nommée pour étudier l'électrification des chemins de fer suisses.

Pour le trafic augmenté à prévoir dans un prochain avenir, une fois l'électrification opérée, il faudra aménager des chutes d'eau capables de fournir annuellement environ 1200, au plus, 1500 millions de ch-heure à l'arbre des turbines; toutefois, les installations immédiates doivent être effectuées pour un rendement maximum, aux turbines d'environ 450 000 ch, tout au plus de 550 000 ch. Les stations centrales affectées au service des chemins de fer doivent être en état de pourvoir à de grandes variations de rendement. On peut, sans difficulté, trouver les chutes d'eau convenables et suffisantes pour le service électrique de tous les chemins de fer suisses.

En ce qui concerne l'électrification du chemin de fer du Saint-Gothard, on évalue le coût total des nouvelles installations nécessaires à 67 500 000 fr et les dépenses d'exploitation (coût annuel de la traction) à 10 065 990 fr.

En terminant, le rapport précité envisage les frais de l'ensemble du service de traction; il évalue la dépense moyenne par tonne kilométrique brute à 0,70 fr pour le futur service électrique, à 0,88 fr et même, dans certains cas, à 0,94 fr pour le service à vapeur jusqu'ici existant. Le service entièrement électrique, est-il ajouté, offre aujourd'hui toute garantie au point de vue technique et promet de donner entière satisfaction.

Eu égard aux conditions spéciales des chemins de fer fédéraux et surtout à celles de la ligne du Saint-Gothard, est-il encore ajouté, le plus convenable sera d'employer du courant monophasé d'environ 15 périodes, ayant sur le fil de trolley une tension d'à peu près 15 000 volts : on pourra obtenir un courant de cette espèce soit directement dans les stations centrales hydraulico-électriques, soit au moyen des appareils appropriés.

L'étude des projets comportant l'emploi d'un pareil courant et élaborés à propos de l'exploita-

tion électrique de la ligne du Saint-Gothard montre que, avec l'augmentation de trafic qu'entraînera l'électrification, le service deviendra moins onéreux que celui à vapeur, même si les prix du charbon se maintiennent aux chiffres actuels, sans parler des avantages résultant de la suppression de la fumée et de la possibilité de tirer meilleur parti des voies ferrées existantes. — G.

### Préparatifs pour l'électrification des chemins de fer russes.

Depuis la mi-juin 1912, annonce l'*Elektrotechnische Anzeiger*, on se livre dans le parc de l'Institut polytechnique de Saint-Pétersbourg à d'importantes expériences avec des courants électriques de très hautes tensions, tensions portées déjà jusqu'à 250 000 volts. Les expériences en question se font sur l'ordre et pour le compte du Ministère des communications, lequel se propose d'introduire la traction électrique sur les différents chemins de fer aboutissant à Saint-Pétersbourg. La capitale russe, comme on le sait, se trouve à proximité de quatre grandes chutes d'eau : la chute de Narva, située à 160 km, celles d'Imatra (Finlande), de Kivatch près Petrosavodsk et du Volkhov, chacune distante de 265 km. Le Ministère des communications songe à utiliser, en premier lieu, la chute du Volkhov; plus tard, lorsque la traction électrique aura déjà pris des développements appréciables, il mettra également en valeur les trois autres chutes ci-dessus. Les expériences précitées doivent être prolongées jusqu'au printemps prochain. — G.

### Une innovation en matière de traction électrique.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* signale une innovation en matière de traction électrique, qui se rencontre à Altona (Allemagne), où l'entreprise de tramways électriques sans rails Max, Schiemann et C[ie] a installé un service de remorquage. Dans une rue escarpée de la ville précitée, longue de 600 m, où circulent chaque jour environ 200 voitures portant des charges de 5 à 10 tonnes, on a installé des locomotives électriques qui sont alimentées, par des canalisations aériennes, en courant continu sous 550 volts. Ces locomotives remorquent simultanément deux ou trois des voitures qui doivent gravir la rue en question. Les chevaux demeurent attelés aux voitures entraînées; on se borne à attacher le couplage de remorque et à l'enlever quand le sommet de la pente est atteint; les locomotives redescendent la rue sans courant. La taxe de remorquage varie entre 0,65 et 2,5 fr pour les charges de 2,5 à 7,5 tonnes; une réduction de 20 0/0 est consentie quand il s'agit de plusieurs voitures. — G.

## Correspondance.

Chandai, 11 septembre 1912.

Cher Monsieur Montpellier,

Je veux du bien à l'électricité, vous le savez, et vous ne me contredirez pas non plus, si j'ajoute, encore plus lorsque celle-ci est produite par une chute d'eau, car c'est mon cas, bien qu'uniquement pour mon très modeste usage personnel d'éclairage. Un des plus grands et courants griefs que l'on impute à l'électricité, c'est le *court-circuit* et en voici un exemple curieux, je crois, et peut-être aussi un remède.

Vous n'ignorez pas non plus que je me suis fait, à cette occasion, appareilleur pour apprendre, estimant encore qu'on n'est jamais si bien servi que par soi-même. Or, après 12 ans de fonctionnement (je dis bien douze), il semble qu'une installation a fait ses preuves; cependant, j'étais un soir de ce mois à lire dans ma bibliothèque, lorsque les plombs commandant un groupe de pièces, parmi lesquelles la salle à manger, fondent. On les replace, supposant l'oxydation possible, même accident! C'était à examiner soigneusement le lendemain et, par le *processus* habituel (je m'adresse à des gens du métier), j'arrive à trouver le coupable, 3 m de fil souple au plafond de la pièce à côté, câble ne présentant cependant aucun défaut à première vue, car, en cherchant bien, je finissais par constater ceci : comme les meilleurs ouvriers de Paris (et j'en ai encore vu travailler ainsi cette année même), j'avais soutenu ce double conducteur par des fils de soie retenus au dit plafond grâce à une pointe. *La tête de cette pointe s'était rouillée* et en douze années avait fini par ronger les isolements de la torsade de bonne qualité et recouverte de soie et causer *subito* le court-circuit.

Vous m'objecterez sans doute que dans les nouvelles constructions, les secteurs défendent l'usage du fil souple; ils ont raison, mais combien y a-t-il encore à l'heure actuelle de mètres de fil dans le même cas, et en province donc?

Je vous ai annoncé un remède et le voici sans doute : pourquoi ne pas fabriquer des pointes à *tête ronde émaillée*, comme les crochets pour les sonneries? etc.

Je serais heureux si vous pouvez utiliser expérience et remède pour la bonne cause et prie d'agréer, Monsieur le Rédacteur en chef, etc.

Henri Bresson.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^T-JACQUES.

# L'entreprise municipale de distribution d'énergie électrique
## DE LA VILLE DE TURIN

Désirant donner satisfaction à sa population, la ville de Turin n'a pas hésité à entreprendre la construction d'usines génératrices et d'un réseau de distribution d'énergie électrique pour l'éclairage public et privé ainsi que pour la force motrice.

Indépendamment de la fourniture d'énergie aux florissantes industries locales, l'énergie électrique est utilisée pour actionner les pompes de l'usine élévatoire des eaux alimentant la ville ainsi que le réseau de tramways municipaux.

L'entreprise municipale doit également fournir aux chemins de fer de l'État l'énergie électrique pour l'électrification de la ligne entre Modane et Bardonnèche, pour le passage du tunnel du mont Cenis.

Actuellement, le réseau est alimenté par l'usine génératrice de Chaumont et par la station réceptrice et de réserve du faubourg Martinetto, à Turin. Une autre usine hydraulico-électrique sera ultérieurement construite à Suse.

**Usine de Chaumont.** — La prise d'eau est établie sur la rive gauche de la Dora Riparia, sur le territoire de Salbertrand, à 90 m en aval du pont de Serre-la-Voûte, sur la ligne du chemin de fer de Modane à Turin. Le débit est de 4 $m^3$ par seconde, pouvant atteindre 5 $m^3$. Un canal de 8153 m de longueur, presque complètement établi en galerie, avec une pente de 2 pour 1000, amène l'eau de la prise à la chambre de charge. La section de ce canal varie suivant la nature des roches traversées; les dimensions moyennes sont 2 m pour la hauteur et 1,80 m de largeur. La conduite forcée, d'une longueur de 564 m, comporte deux tubes d'acier de 1,10 m de diamètre.

L'usine génératrice a été édifiée sur le territoire de Chaumont, au sud du pont de Giaglione, sur la rive gauche de la Dora Riparia.

Elle comporte une salle des machines et un bâtiment à cinq étages, dans lequel sont installés les transformateurs, les barres collectrices, les interrupteurs à huile, les parafoudres et les départs des lignes.

Les conduites forcées aboutissent, extérieurement à la salle des machines, à deux conduites principales de distribution, d'où partent les prises d'alimentation des turbines, au nombre de deux pour chacune d'elles, dont une de réserve.

Les moteurs hydrauliques, au nombre de quatre, sont des roues Pelton d'une puissance de 4000-4800 ch, faisant 375 tours par minute et directement accouplées chacune à son alternateur.

Les alternateurs ont chacun une puissance apparente de 3500 kilovolts-ampères; à la vitesse angulaire de 375 t : m, ils fournissent le courant à la tension de 8000 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde. On a prévu l'emplacement pour l'installation d'un cinquième groupe électrogène semblable.

L'installation comporte, en outre, deux autres roues Pelton, ayant chacune une puissance de 300-360 ch et actionnant directement les dynamos excitatrices. Ces deux dynamos sont excitées en dérivation, ont chacune une puissance de 250 kw et, à la vitesse angulaire de 750 t : m, débitent le courant à la tension de 125 volts.

Chaque alternateur triphasé est relié directement à un transformateur à bain d'huile, refroidie par une circulation d'eau, qui élève la tension de 8000 à 50 000 volts. La puissance apparente de chaque transformateur est de 3500 kilovolts-ampères.

**Ligne de transmission.** — La ligne reliant l'usine à Turin a une longueur de 56 km. Elle comporte trois circuits triphasés, c'est-à-dire 9 conducteurs en cuivre de 7,5 mm de diamètre. Les appuis sont des pylônes en fer; les portées sont en moyenne de 160 m. Les isolateurs en porcelaine sont fixés, pour chaque circuit, aux sommets de triangles équilatéraux de 1,30 m de côté.

Pour les traversées de chemins de fer ainsi qu'aux points de croisement avec d'autres lignes électriques, les conducteurs sont doublés.

La ligne est divisée en trois sections; aux points de sectionnement se trouve une cabine munie de parafoudres et de commutateurs. Dans ces cabines on peut effectuer des permutations entre les trois circuits triphasés venant de Chaumont et ultérieurement avec les circuits de l'usine de Suse, lorsqu'elle sera en service.

**Station réceptrice de Turin.** — Cette station centrale reçoit les courants triphasés de l'usine de Chaumont et comporte, en outre, un matériel générateur très important, constituant une puissante réserve qui peut, si besoin était, assurer la totalité du service.

Cette station comporte d'abord un bâtiment à

cinq étages dans lequel arrivent les lignes triphasées et où sont installés les parafoudres, les limiteurs de tension, les interrupteurs, les barres collectrices, les transformateurs, les accumulateurs, etc.

Un autre bâtiment à deux étages, adossé au premier, se compose d'une salle des machines établie à l'entresol, d'un sous-sol où se trouvent les condenseurs, d'une chaufferie et d'un étage où sont installés les tableaux de distribution, les rhéostats, etc.

Comme annexes à l'usine proprement dite, il y a d'autres bâtiments qui sont affectés à des bureaux, au logement du personnel, à des magasins et enfin à usine mécanique de construction et de réparation.

Les courants reçus de l'usine de Chaumont et plus tard ceux de Suse à la tension de 50 000 volts, arrivent dans des transformateurs qui abaissent la tension à 6600 volts. Ces quatre transformateurs, du type à bain d'huile et à circulation d'eau, ont chacun une puissance apparente de 3250 kilovolts-ampères. On a prévu l'emplacement de quatre autres transformateurs. Plusieurs autres transformateurs de puissance moindre sont installés pour alimenter différents services à l'intérieur de la station.

Dans la salle des machines, il y a quatre turbo-alternateurs triphasés, système Parsons, avec excitatrice montée directement sur l'arbre. Ces alternateurs débitent le courant à la tension de 6600 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde; deux ont chacun une puissance de 3100 kw et chacun des deux autres, 750 kw. On a réservé l'emplacement d'un cinquième groupe électrogène de 4000 à 5000 kw.

Les condenseurs sont du type à surface; l'eau de condensation leur est amenée par deux canalisations, débitant l'une 6 $m^3$ et l'autre 2 $m^3$ par seconde.

Actuellement, la chaufferie comporte quatre chaudières Babcock et Vilcox, ayant chacune une surface de chauffe de 374 $m^2$ et de deux chaudières du même type de 574 $m^2$ de surface de chauffe. Chaque chaudière est munie d'un surchauffeur et d'un économiseur Green. Les chaudières de 574 $m^2$ sont pourvues de grilles à chargement automatique et le combustible est amené aux foyers par des wagonnets automobiles à traction électrique. La chaufferie a été construite pour recevoir ultérieurement quatre autres chaudières de 574 $m^2$ de surface de chauffe.

Une sous-station destinée à fournir l'énergie au service des tramways est actuellement en construction; elle comportera trois groupes convertisseurs ayant chacun une puissance de 1000 kw et une batterie d'accumulateurs de 2000 ampères-heure de capacité, au régime de décharge en une heure.

La canalisation souterraine de distribution dans la ville de Turin se compose de deux réseaux, l'un pour l'éclairage, l'autre, pour la force. Une fois terminé, le réseau aura une longueur de 160 km.

Les transformateurs du réseau d'éclairage sont refroidis par l'air et ont un rapport de transformation de 6600 à 220 et 127 volts. Le réseau de lumière comporte quatre conducteurs avec fil neutre à la terre. La tension entre une phase et le fil neutre est de 120 volts environ. Le rayon d'action de ces transformateurs est d'environ 300 m.

Les transformateurs du réseau de force motrice ont un rapport de transformation de 6600-500 volts.

Les tarifs de vente de l'énergie électrique sont relativement peu élevés. Pour l'éclairage, le tarif au compteur est de 5 centimes l'hectowatt-heure, avec diminution proportionnelle à la consommation annuelle, le prix le plus bas étant de 0,04 fr.

Pour la force motrice, le kw-heure est compté à 0,115 fr pour une consommation inférieure à 5000 kw; ce prix est abaissé à 0,08 fr pour une consommation annuelle dépassant 50 000 kw-heure.

J.-A. MONTPELLIER.

# La traction par accumulateurs sur les chemins de fer et les tramways.

Après avoir été presque complètement abandonnée — et définitivement semblait-il — la traction par accumulateurs reparut dans les services industriels, il y a cinq ans à peu près, particulièrement en Angleterre et en Suisse, et notamment pour les services de manœuvres, de transport de

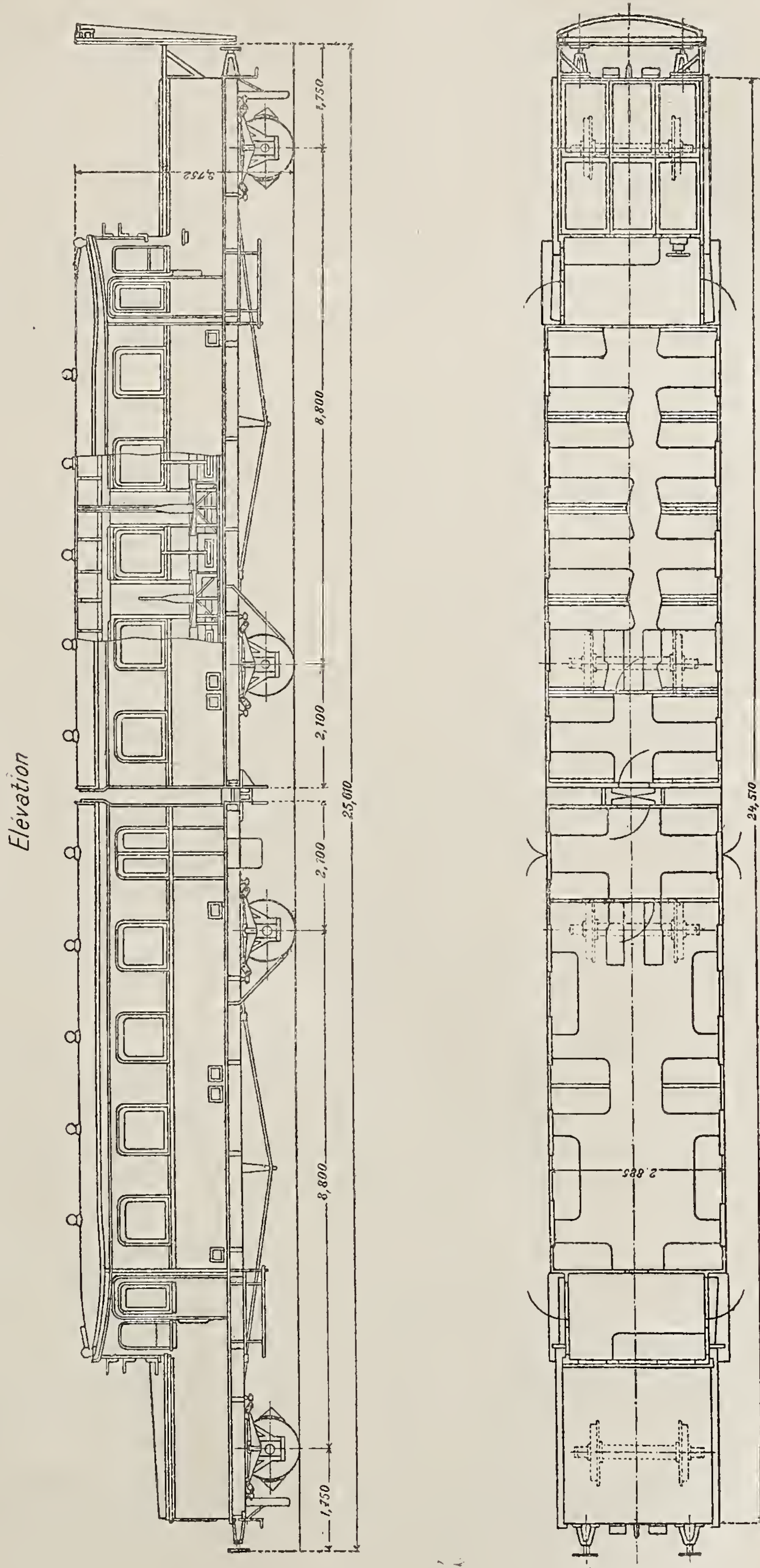



Fig. 108. — Voitures automotrices à accumulateurs en service sur les lignes de chemin de fer allemandes.

matériaux de construction, etc.; dans ces dernières années, ce système a reçu de très importantes applications : en Allemagne, les différentes administrations de chemins de fer ont près de 200 automotrices à accumulateurs en fonctionnement et aux Etats-Unis d'Amérique d'importantes expériences de traction avec accumulateurs dans l'exploitation des tramways ont été entreprises depuis quelque temps.

Les voitures en usage en Allemagne se composent ordinairement de deux unités à deux essieux (fig. 108), de construction semblable et réunies par un couplage court, de manière à former une voiture double, d'une capacité de 100 places assises; à chaque extrémité se trouve une chambre à accumulateurs de 2,70 m de longueur et 2,50 m de largeur : ces chambres contiennent 84 éléments; les batteries ont une capacité de 368 ampères-heure avec un courant de décharge de 180 ampères; elles fournissent le courant pour les deux machines motrices, lesquelles consistent en moteurs-série à pôles de commutation, de 80 ch chacun, sous une tension de 300 volts; ces moteurs agissent sur les essieux intérieurs de l'automotrice double par l'intermédiaire d'une réduction à engrenages dans le rapport de 4 : 1. La voiture peut fournir un parcours de 100 km par charge à la vitesse maximum de 55 km à l'heure en palier; depuis quelque temps il a été admis que la vitesse fût portée à 60 km par heure.

Les cabines des conducteurs se trouvent à côté des chambres à accumulateurs et elles sont séparées des autres parties; elles sont équipées de la même façon, pour permettre à la voiture double de marcher indifféremment dans un sens ou dans l'autre. Cabines et compartiments sont parfaitement protégés contre les vapeurs acides des accumulateurs; l'éclairage s'effectue au moyen de lampes à filament de tantale, montées par deux en série et fonctionnant sous une tension de 80 volts.

Comme appareil de freinage, chaque voiture comporte un frein à main et un frein automatique à air comprimé Knorr; la pompe à air peut fournir 310 litres d'air comprimé à 4 ou 5 atmosphères par minute; elle est placée avec son moteur, dans une caisse spéciale rendue facilement accessible.

Les frais d'exploitation des voitures à accumulateur sont relativement faibles; le service peut être effectué avec un personnel beaucoup moins nombreux que dans le cas de la traction par la locomotive à vapeur; en outre, les automotrices à accumulateurs sont toujours prêtes à entrer en service.

En 1909, sur les chemins de fer hesso-prussiens, les dépenses d'exploitation et d'entretien, en comprenant les frais d'intérêt et d'amortissement des voitures et des installations pour la charge des batteries, se sont élevées à 0,88 fr, approximativement, par automotrice-kilomètre; dans cette évaluation, est comprise une dépense de 0,10 fr par kilomètre pour l'entretien et le renouvellement des batteries; depuis le 1er janvier 1912, ces frais pour les accumulateurs ont été abaissés à 0,09 fr; les installations de charge pour les batteries sont généralement placées dans les dépôts de voitures; il en existe aussi quelques-unes à l'extérieur; les dépôts sont chauffés en hiver.

Comme la durée des accumulateurs dépend beaucoup du soin avec lequel ils sont entretenus, l'entretien et le renouvellement des éléments sont confiés, depuis quelques années, au fournisseur même, l'Akkumulatoren-Fabrik Aktiengesellschaft; cet arrangement a donné satisfaction; jusqu'ici, les batteries n'ont occasionné aucune perturbation dans le service. Le prix d'acquisition d'une voiture est de 100 000 fr.

L'énergie électrique est généralement achetée à de grandes centrales intercommunales privées au prix de 7,15 centimes le kilowatt-heure.

A titre expérimental, l'administration allemande a également mis en service une automotrice à accumulateurs munie de moteurs shunt; le but de l'emploi des moteurs shunt est de permettre de réaliser la récupération de l'énergie dans les descentes en faisant fonctionner les moteurs comme dynamos génératrices pour alimenter les batteries.

Les batteries sont identiques à celles employées sur les automotrices munies de moteurs-série des chemins de fer prussiens; elles comportent donc 168 éléments au total; la propulsion est assurée au moyen de deux moteurs shunt, à pôles de commutation, ces moteurs sont montés d'une façon permanente en série avec la batterie, le réglage de leur vitesse de marche s'effectue en agissant sur l'excitation et permet de modifier la vitesse entre des limites dans le rapport de 1 à 2,5. Sur les lignes qui comportent de nombreuses descentes assez accentuées, de 1 : 60 par exemple, on peut réaliser une récupération d'énergie importante; d'après les essais effectués jusqu'ici, la dépense totale d'énergie sur ces lignes est de 20 0/0 approximativement plus grande pour les automotrices munies de moteurs-série que pour les automotrices pourvues de moteurs shunt.

En palier, la vitesse moyenne est de 60 km à l'heure; sur les descentes de 1 : 80, à la vitesse de 30 km à l'heure, on récupère un courant de

150 ampères environ, avec une tension de 370 volts aux bornes de la batterie.

En Bavière, avec des voitures ayant coûté 75000 fr approximativement et mesurant 19 m à peu près de longueur, on a constaté une consommation moyenne d'énergie de 18 à 21 watts-heure par km pour un service à arrêts fréquents et de 12 watts-heure environ pour un service à arrêts rares; les dépenses totales d'exploitation s'élèvent à 0,34 fr par voiture-km.

Les principales applications réalisées actuellement aux Etats-Unis en ce qui concerne l'emploi des accumulateurs pour la traction sur voies ferrées sont celles du chemin de fer de la *Third Avenue*, à New-York, des tramways de la cent dixième rue à New-York, des tramways de New-Jersey et du *Washington, Spa Spring and Grette Railroad*.

Le type de voiture utilisé sur le chemin de fer de la *Third Avenue* comporte une caisse en bois; elle a 5,4 m de longueur; la longueur totale, plateformes comprises, est de 8,25 m; les banquettes présentent 24-26 places assises.

Les batteries sont placées sous les sièges : elles sont contenues dans des caisses en bois de 5,1 m de longueur; elles comprennent chacune 58 éléments de la *Gould Storage Battery C°*, type 29. La compagnie d'accumulateurs entreprend l'entretien complet des batteries à forfait, pour cinq années.

Les moteurs sont des moteurs d'automobile spéciaux, de la *General Electric Company*, type GE 1032, fonctionnant avec un courant de 30 ampères sous 125 volts; ils sont pourvus de paliers à billes, comme les essieux, d'ailleurs, qu'ils attaquent par l'intermédiaire d'une chaîne silencieuse. C'est la *General Electric Company* de Shenectady qui a fourni tout l'équipement électrique.

Les voitures pèsent 6 tonnes approximativement; elles reposent sur un châssis à deux essieux en fers profilés : elles marchent à la vitesse moyenne de 11 km à l'heure.

Les voitures de New-Jersey comportent une caisse de 5,5 m de longueur et de 2 m de largeur.

Le châssis repose sur un bogie à deux essieux de 1,98 m d'empattement; il est en fers profilés; les boîtes des essieux et toutes les autres parties sont en acier coulé; les essieux ont 64 mm de diamètre; ils sont formés chacun de deux parties réunies de telle façon que les roues puissent tourner indépendamment l'une de l'autre; ces roues ont 711 mm de diamètre; elles sont montées dans des manchons de guidage, avec des ressorts en spirale, qui leur laissent un léger jeu.

Les accumulateurs sont placés sous les banquettes; celles-ci sont renforcées par des châssis en fers profilés et vissées au plancher et aux parois de la caisse. La charpente présente cette particularité que toutes les pièces en ont été soudées les unes aux autres électriquement.

La batterie de traction comprend 200 éléments du type A 4; une batterie auxiliaire de 10 éléments sert à l'éclairage; pour la mise en charge, les deux batteries sont reliées en série. La voiture peut fournir 240 km de parcours par charge.

Les essieux sont actionnés par deux moteurs de la *Northern Electric Company*, chaque moteur agit sur l'une des roues par l'intermédiaire d'une chaîne Renold; la puissance est de 50 ch sous une tension de 110 volts; la vitesse maximum est de 24 km à l'heure.

Il n'y a pas de résistances, les opérations se font en modifiant le nombre d'éléments en circuit. Le poids total est de 6,3 tonnes en charge, le poids à vide est de 167 kg par place.

A Washington, on emploie des voitures à banquettes longitudinales pesant 13,5 tonnes; le poids de la batterie est de 27,22 kg par voyageur.

D'après les constatations faites en pratique sur une ligne secondaire, les frais d'exploitation par voiture-km, au moyen de voitures automotrices de ce genre, seraient les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Salaires du conducteur et du receveur. . . . . . . . . . | 0,2730 | penny. |
| Energie électrique. . . . . . . | 0,1000 | — |
| Amortissement de la batterie (garantie pour 3 ans). . . . . . | 0,1245 | — |
| Entretien et nettoyage de la batterie. . . . . . . . . . . . | 0,0123 | — |
| Entretien de la voiture. . . . . | 0,1660 | — |
| Intérêt sur le prix de la voiture. . | 0,0750 | — |
| Total. . . . | 0,7508 | penny. |

soit 7,8 centimes approximativement.

Les deux premiers systèmes sont munis d'accumulateurs alcalins fer-nickel, tandis qu'en Europe l'on considère encore les accumulateurs alcalins comme tout à fait inférieurs à la réputation que l'on a voulu leur faire; les Américains semblent en avoir obtenu des résultats extrêmement satisfaisants et il n'y a pas de raison pour qu'il n'en soit pas ainsi.

H. MARCHAND.

# La lampe à arc et la lampe au tungstène

POUR L'ÉCLAIRAGE DES RUES

Il est très difficile d'évaluer l'influence qu'exerce un bon éclairage sur la valeur commerciale d'une artère; il est certain cependant que cette influence est considérable; ce sont incontestablement les voies les mieux éclairées qui attirent le plus de monde et qui, les mieux fréquentées, acquièrent la plus grande activité commerciale; la foule se laisse attirer par la lumière comme le papillon de nuit; c'est par l'éclat de leur éclairage que les grands établissements brillamment illuminés concentrent à leur profit la badauderie des passants; la profusion de la lumière donne au promeneur ou au visiteur l'impression du luxe et de la richesse; elle incite à augmenter l'élégance de la construction, de l'ornementation, de l'étalage etc., et, pour toutes ces raisons, elle augmente l'intensité des échanges.

Or, dans les conditions actuelles, l'éclairage des rues est généralement de beaucoup inférieur à ce qu'il pourrait être; les grandes villes qui ont adopté l'éclairage au gaz, par bec Auer, à flamme renversée ou à haute pression, sont les seules qui possèdent un éclairage convenable; les rues éclairées électriquement constituent encore le petit nombre et, en tous cas, l'éclairage y est le plus souvent insuffisant.

Le but vers lequel on doit viser dans la réalisation des installations d'éclairage public est d'avoir un éclairage aussi uniforme que possible; même en tenant compte de ce que des points particuliers, comme les carrefours où des véhicules à grande vitesse peuvent se croiser, nécessitent un éclairage plus abondant, on ne peut admettre sans inconvénient un écart qui soit supérieur à 1/10e entre l'éclairage minimum et l'éclairage maximum; le rapport doit encore être moindre dans les grandes rues non commerçantes, parce que l'intensité moyenne est plus faible et parce que c'est ordinairement là que circulent les véhicules les plus rapides.

Pour arriver à ce résultat, l'idéal serait de multiplier les lampes autant que possible, en rapprochant les sources lumineuses; mais il y a à cette solution un grand obstacle, c'est qu'avec le rapprochement des lampes croissent les frais d'installation.

Si l'on place les lampes à grande distance l'une de l'autre, on est d'ailleurs amené à les monter à une certaine hauteur et ce système peut occasionner des pertes; en outre, les lampes à grand pouvoir lumineux sont trop brillantes, leur éclat est excessif, elles occasionnent des ombres extrêmement désagréables; elles éblouissent l'œil, provoquant la contraction de la pupille et l'empêchent de recevoir en réalité autant de lumière que l'œil n'en aurait avec une source moins intense, mais moins brillante.

De toute façon, il est essentiel de tenir compte avant tout de la situation de la rue à éclairer, du caractère de la circulation et de l'importance du trafic; les petites unités, qui auraient l'avantage de donner une lumière plus uniforme, ne conviennent que pour les rues secondaires; or, elles ne peuvent guère être alimentées que par des canalisations souterraines et les frais d'installation qu'elles occasionnent sont souvent prohibitifs; aussi peut-on considérer que, malgré les grands perfectionnements apportés à la construction des lampes à incandescence et malgré la réalisation de lampes intensives, les lampes à arc et particulièrement les lampes à arc-flamme des types les plus récents gardent beaucoup d'intérêt pour l'éclairage public.

HENRY.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

Nous allons maintenant chercher de combien la dépense d'exploitation F s'écarterait de la dépense minimum $F_m$ si on adoptait pour la canalisation une section $s$ différente de $\Sigma$. La dépense d'exploitation F correspondant à la section $s$ est donnée par (27).

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1128, 10 août 1912, page 84 n° 1129, 17 août 1912, page 103, n° 1130, 24 août 1912, page 117, n° 1133, 14 septembre 1912, page 166 et n° 1135, 28 septembre 1912, page 197.

La dépense supplémentaire s'obtiendra en retranchant l'expression (49) de la formule (27), ce qui donne :

$$F - F_m = 0{,}036\,L\frac{I^2}{s}\,nf + 2\lambda Las - 4\lambda\, a\Sigma\, L \qquad (50)$$

A cette expression d'apparence compliquée, on peut donner une forme simple en procédant de la manière suivante.

On peut toujours faire le quotient de la section $s$ par la section $\Sigma$. Tandis que $\Sigma$ est ici un nombre fixe, nous considérons $s$ comme une variable dont dépend la différence $F - F_m$. Le quotient de $s$ par $\Sigma$ sera un nombre variable K tel qu'on ait toujours.

$$s = K\Sigma \qquad (51)$$

Portons cette valeur de $s$ dans l'équation (50) nous obtenons

$$F - F_m = \frac{1}{K}\,0{,}036\,L\frac{I^2}{\Sigma}\,nf + 2K\lambda La\Sigma - 4\lambda La\Sigma \qquad (52)$$

Multiplions et divisons par $\Sigma$ le premier terme du second nombre, ce qui n'en change pas la valeur

$$F - F_m = \frac{1}{K}\,0{,}036\,L\frac{I^2}{\Sigma^2}\,nf\Sigma + 2K\lambda La\Sigma - 4\lambda La\Sigma \qquad (53)$$

Mais $\frac{I^2}{\Sigma^2}$ est précisément le carré de la densité de courant minimum $\Delta_m$ comme l'indique notre formule (48) ci-dessus et cette densité $\Delta_m$ résulte de la formule (30) qui donne, en élevant au carré

$$\Delta^2_m = \frac{I^2}{\Sigma^2} = \frac{2\lambda a}{0{,}036\,nf}.$$

Dans l'expression (53) remplaçons $\frac{I^2}{\Sigma^2}$ par cette valeur, il vient

$$F - F_m = \frac{1}{K}\,2L\lambda a\Sigma + 2K\lambda La\Sigma - 4\lambda La\Sigma \qquad (54)$$

ou, mettant $2\lambda La\Sigma$ en facteur commun

$$F - F_m = 2\lambda La\Sigma\left(\frac{1}{K} + K - 2\right) \qquad (55)$$

Posant enfin pour simplifier

$$F - F_m = Y$$

$$2\lambda La\Sigma = \beta$$

l'expression (55) devient

$$Y = \beta\left(\frac{1}{K} + K - 2\right) \qquad (56)$$

qu'on peut encore mettre sous la forme

$$\beta K^2 - KY - 2\beta K + \beta = 0 \qquad (57)$$

équation du second degré entre les deux variables K et Y. Dans ce qui suit, nous continuerons à prendre K pour variable indépendante et Y pour fonction. Dans la représentation graphique nous porterons les valeurs de K en abscisses, celles de Y en ordonnées.

Nous pouvons de suite remarquer sur la forme (56) de l'équation que si K décroît et tend vers zéro, le terme $\frac{1}{K}$ croît et devient plus grand que toute quantité donnée. A la limite quand $K = 0$ $\frac{1}{K}$ est infini. Il en résulte, les ordonnnées tendant vers l'infini quand les abscisses tendent vers zéro, que l'axe $o$ Y est asymptote à la courbe qui représente l'équation (57).

Ayant une branche infinie, la courbe ne peut être une ellipse, courbe fermée. Elle ne peut davantage être une parabole ou un système de deux droites, qui admettent bien des points à l'infini, mais sans asymptote.

La courbe est une hyperbole, rapportée à une asymptote et à un axe perpendiculaire à cette asymptote et nous allons voir, en effet, qu'elle a un centre et une seconde asymptote. Remarquons, d'ailleurs, que la seconde asymptote passant par le centre. les coordonnées de celui-ci déterminées, il ne restera plus à connaître que le coefficient angulaire de la deuxième asymptote.

On démontre en géométrie analytique que, lorsqu'une courbe du second degré admet un centre, si on transporte les axes en ce point parallèlement à eux-mêmes, l'équation qui représente la courbe, par rapport aux nouveaux axes ne contient plus de termes du premier degré.

Dans une hyperbole, le centre est le point d'intersection des deux asymptotes. L'une des asymptotes étant l'axe des Y le centre, si comme nous le supposons il existe, doit se trouver sur cet axe. Il suffit donc de déplacer seulement l'axe O K parallèlement à lui-même.

L'axe des Y ne changeant pas, les nouveaux axes seront l'axe O Y lui-même et un axe O K' parallèle à O K. Si K' et Y' désignent les coordonnées par rapport aux nouveaux axes, on voit que les abscisses resteront les mêmes et que les ordonnées Y seront égales aux nouvelles ordonnées Y', diminuées ou augmentées d'une certaine quantité, selon que le nouvel axe O K' est au-dessous ou au-dessus de l'ancien.

$a$ étant une quantité *positive ou négative*, ceci se traduit par les deux relations

$$\begin{cases} K = K' \\ Y = Y' + a \end{cases} \qquad (58)$$

Portant ces valeurs dans l'équation (57), il vient

$$\beta K'^2 - K'(Y' + a) - 2\beta K' + \beta = 0 \quad (58)$$

qui s'écrit

$$\beta K'^2 - K'Y' - (a + 2\beta)K' + \beta = 0 \quad (59)$$

Dans cette équation, il y a un seul terme du premier degré, c'est le troisième terme, dont le coefficient sera nul si on prend pour valeur de $a$ la racine de l'équation

$$a + 2\beta = 0 \qquad (60)$$

La courbe (57) a donc un centre dont les coordonnées sont

$$\begin{aligned} K_1 &= 0 \\ Y_1 &= -2\beta \end{aligned} \qquad (61)$$

La seconde asymptote passe par ce centre. Elle sera complètement déterminée si on connaît son coefficient angulaire.

Ce coefficient angulaire est égal, comme on l'apprend en géométrie analytique, à la limite du rapport $\frac{Y}{K}$ quand K tend vers l'infini.

En divisant par K les deux membres de l'équation (56), on trouve

$$\frac{Y}{K} = \beta \left( \frac{1}{K^2} + 1 - \frac{2}{K} \right)$$

dont la limite pour $K = \infty$ est

$$\lim. \frac{Y}{K} = \beta$$
$$(K = \infty)$$

les termes $\frac{1}{K^2}$ et $\frac{2}{K}$ devenant nuls à la limite quand $K = \infty$.

La seconde asymptote coupe donc la première O Y en un point C, à une distance $2\beta$ au-dessous de l'origine des coordonnées et est parallèle à une droite du premier quadrant des coordonnées dont le coefficient angulaire serait $\beta$.

La courbe présente encore quelques particularités que nous allons signaler.

Désignons par $y$ et $k$ les coordonnées courantes d'un point de la deuxième asymptote. On établit facilement l'équation de cette droite, puisqu'on connaît son ordonnée à l'origine $-2\beta$ et son coefficient angulaire $\beta$.

Cette équation, qui est de la forme

$$y = mx + p$$

sera

$$y = \beta k - 2\beta$$

ou, mettant $\beta$ en facteur commun

$$y = \beta(k - 2) \qquad (63)$$

On voit que

$$y = 0 \quad \text{pour} \quad k = 2$$

ce qui signifie que cette deuxième asymptote coupe l'axe O K en un point (fig. 109) dont la distance, à l'origine des coordonnées, est égale à 2.

Ce qui est remarquable dans ce résultat, c'est

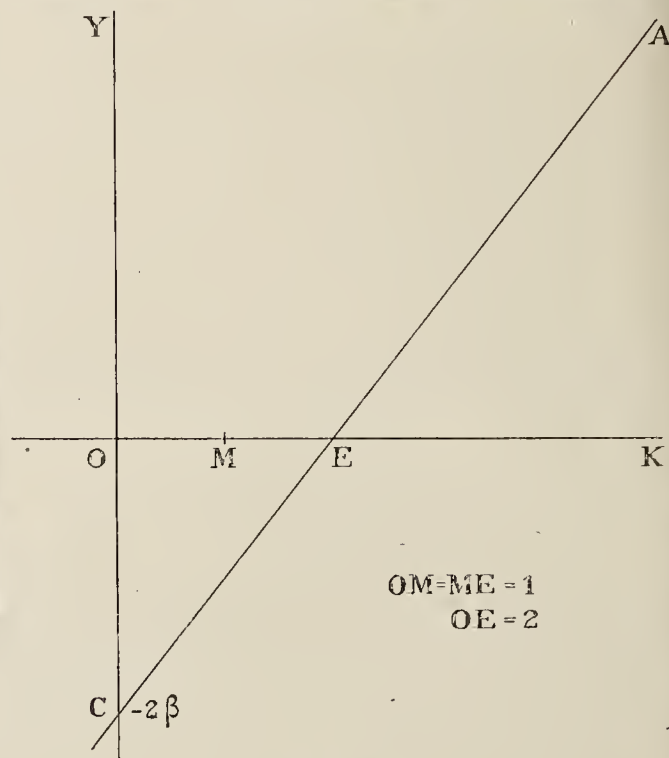



Fig. 109.

que la position de ce point E, abscisse à l'origine, est complètement indépendante du coefficient $\beta$, c'est-à-dire qu'elle est la même pour tous les problèmes.

Seule l'ordonnée, à l'origine, dépend de $\beta$.

En sorte que, pour tous les problèmes de ce genre, la représentation de l'équation (56) est une hyperbole caractérisée par deux asymptotes, dont l'une est l'axe fixe O Y et dont l'autre, d'inclinaison variable suivant la valeur de $\beta$, coupe l'axe O K, perpendiculaire à la première asymptote, en un point fixe E. Le point de rencontre des deux asymptotes, autrement dit le centre de l'hyperbole, se déplace sur l'axe O Y et y occupe une position dépendant de la valeur de $\beta$, c'est-à-dire en rapport avec les conditions particulières du problème.

La courbe représentative de l'équation (56) possède un minimum qui jouit, comme nous allons voir, d'une propriété remarquable.

Prenons l'équation sous la forme (56). Elle a pour dérivée

$$\frac{dY}{dK} = \beta\left(-\frac{1}{K^2} + 1\right) \qquad (62)$$

expression qui s'annule pour $K = 1$.

Lorsque K est plus petit que l'unité, il en est de même *a fortiori* de $K^2$ et le terme $\frac{1}{K^2}$ est nécessairement plus grand que l'unité, d'où il suit que la dérivée, c'est-à-dire le coefficient angulaire de la tangente à la courbe définie par (57) est négative. Graphiquement, ce résultat signifie que, pour tous les points d'abscisse inférieure à 1, comprise entre l'origine et le point marqué 1 (fig. 110), la tangente à la courbe est parallèle à une certaine droite O D du second quadrant des coordonnées.

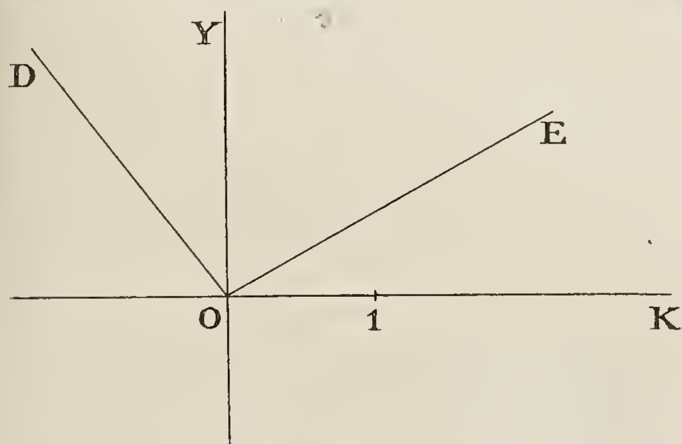



Fig. 110.

Lorsqu'au contraire on a :

$$K > 1$$

le terme $\frac{1}{K^2}$ est toujours inférieur à l'unité et le second membre de (62) reste positif. Donc, pour tous les points d'abscisse supérieure à 1, situés à droite du point marqué 1, la tangente à la courbe est parallèle à une certaine droite O E du premier quadrant.

Ainsi Y est minimum pour $K = I$ et, en ce point, la tangente à la courbe est horizontale.

Si dans (56) on fait $K = 1$, on trouve $Y = 0$.

Par conséquent, la courbe est tangente à l'axe O K au point d'abscisse $K = 1$.

Ce résultat, bien conforme à ce que nous avons déjà vu, pouvait être prévu.

Faire $K = 1$, c'est en effet prendre :

$$s = \Sigma$$

c'est-à-dire égal à la valeur dont résulte le minimum de dépense d'exploitation et, par suite, l'égalité de F et $F_m$.

Le fait remarquable dans ce minimum est que, bien que l'équation de la dérivée dépende de $\beta$ c'est-à-dire, comme cela est naturel, des conditions du problème, il se produit pour $K = 1$, quel que soit $\beta$.

En résumé, à chaque valeur de $\beta$ correspond une hyperbole particulière. Ces diverses hyperboles ont pour asymptote fixe l'axe O Y, leur seconde asymptote coupe l'axe O Y au-dessous de O K en un point C (fig. 109) qui dépend de la valeur de $\beta$ et toutes ces secondes asymptotes viennent passer au même point E de l'axe O K, tel que $OE = 2$. Enfin, toutes ces hyperboles sont tangentes à l'axe O K au même point M, tel que $OM = 1$, c'est-à-dire en un point également fixe, milieu de O E.

Ces propriétés vont nous permettre de déduire d'un tracé unique tous les renseignements pratiques utiles, quelle que soit la valeur de $\beta$.

Considérons l'hyperbole particulière pour laquelle on aurait $\beta = 1$.

Désignons par $Y_1$ la valeur correspondante de la fonction Y, nous pourrons écrire :

$$Y_1 = \frac{1}{K} + K - 2 \qquad (63)$$

Appliquant les conclusions précédentes, nous voyons immédiatement que le centre de l'hyperbole représentant l'équation (63) sera en C (fig. 109) sur l'axe O Y, au-dessous de O K, à une distance de l'origine égale à 2, puisque $\beta = 1$.

La seconde asymptote C A passe par ce point C et par le point E de l'axe O K, tel que $OE = 2$, soit ici :

$$OE = OC.$$

L'asymptote C A est parallèle à la bissectrice de l'angle Y O K, car les angles

AEK OEC OCE

sont égaux à un demi-angle droit, du fait que le triangle rectangle C O E est en même temps isocèle.

On trace facilement l'axe de l'hyperbole C D, bissectrice de l'angle des asymptotes.

On peut tracer très soigneusement, une fois pour toutes, cette hyperbole, qui sera l'hyperbole-type, par les procédés connus indiqués en géométrie.

Quand on donne à K la valeur 1, la canalisation est établie dans les conditions les plus économiques. Si on est conduit à s'écarter de cette valeur, en portant en abscisses la valeur de K, l'ordonnée de la courbe correspondant à cette valeur de K indique immédiatement, sans calcul, la dépense supplémentaire d'exploitation.

Que maintenant le coefficient $\beta$ soit différent de 1, la comparaison des équations (56) et (63) montre qu'il existe entre Y et $Y_1$ la relation

$$Y = \beta Y_1 \qquad (64)$$

Cette relation résout complètement la question. Quand, pour un problème conduisant à un coefficient $\beta$, on s'écartera de la valeur optimum $K = 1$, la dépense supplémentaire d'exploitation sera celle lue sur la courbe, multipliée par la valeur du coefficient $\beta$.

En voici immédiatement une application relative à l'exemple numérique que nous avons précédemment traité.

Dans cet exemple, il était question du transport de 50 ampères sous 220 volts à 400 m de distance, au moyen d'une canalisation cuivre nu.

Nous avions calculé les coefficients

$$\lambda = 0{,}01851$$
$$a = 0{,}0803.$$

Pour une utilisation de six heures par jour et un prix de 0,0001 fr le watt-heure, nous avions trouvé

$$\Delta_m = 0{,}677$$

d'où résulte

$$\Sigma = \frac{50}{0{,}677} = 73{,}97$$

et comme $L = 400$, la valeur de $\beta$ résulte finalement du calcul

$$2 \times 0{,}01851 \times 400 \times 0{,}0803 \times 74 = 88$$

en arrondissant la valeur de $\Sigma$.

Comme nous l'avons vu, ce coefficient $\beta$ est la tangente trigonométrique ou coefficient angulaire de la seconde asymptote. En se reportant aux tables de logarithmes et aux tables trigonométriques on constate que cette valeur 88 est celle de a tangente d'un angle de

$$89^\circ\ 20'\ 56''.$$

S'il fallait construire l'hyperbole réelle, dont les asymptotes font entre elles un angle si petit, complément du précédent, c'est-à-dire égal à

$$39'\ 4''$$

on serait conduit à un tracé vraiment impossible et duquel on ne pourrait tirer aucun résultat pratique.

Au lieu de cela. nous nous servirons de l'hyperbole type; pour chaque valeur de K, nous lirons l'ordonnée correspondante de la courbe et en multipliant par 88 nous aurons la dépense supplémentaire d'exploitation.

Dans l'exemple numérique choisi, nous avions trouvé

$$\Delta'_m = 0{,}524$$

lorsque la durée de fonctionnement est portée à dix heures par jour et

$$\Delta''_m = 0{,}24 \qquad \Delta'''_m = 0{,}185$$

lorsque le prix du watt-heure est de 0,0008 fr avec des durées d'utilisation respectives de six à dix heures par jour.

A ces chiffres correspondent des valeurs

$$\Sigma' = 95{,}5$$
$$\Sigma'' = 208$$
$$\Sigma''' = 270$$

et pour le coefficient $\beta$

$$\beta' = 113{,}4$$
$$\beta'' = 247$$
$$\beta''' = 320{,}7.$$

On déduit de ces nombres les valeurs $\gamma'\ \gamma''\ \gamma'''$ des angles formés par la deuxième asymptote avec l'axe OK

$$\gamma' = 89^\circ\ 29'\ 40''$$
$$\gamma'' = 89^\circ\ 46'\ 5''$$
$$\gamma''' = 89^\circ\ 49'\ 16''$$

d'où résultent les valeurs $\alpha'\ \alpha''\ \alpha'''$ des angles formés par les deux asymptotes

$$\alpha' = 30'\ 20''$$
$$\alpha'' = 13'\ 55''$$
$$s''' = 10'\ 44''.$$

Nous n'avons reproduit ces calculs que pour montrer à quelles hyperboles aplaties et inutilisables on aboutirait de la sorte.

Il suffira, au contraire, de multiplier respectivement par

113,4 247 320,7

les ordonnées de l'hyperbole type pour avoir les dépenses supplémentaires d'exploitation dans les trois derniers problèmes lorsque K est différent de l'unité.

*(A suivre).* Ch. VALLET.

# Documents administratifs.

**Décret relatif aux redevances pour l'occupation du domaine public par les entreprises de distribution d'énergie.**

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'intérieur, du ministre des finances, du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes et du ministre de l'agriculture,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et notamment les dispositions ci-après :

« *Art. 18.* — Des règlements d'administration publique rendus sur la proposition du ministre de l'intérieur, du ministre des travaux publics, du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, du ministre de l'agriculture, et, en outre, sur le rapport du ministre des finances pour les règlements de l'alinéa 7°, déterminent :

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

« 7° Les tarifs des redevances, dues à l'Etat, aux départements et aux communes, en raison de l'occupation du domaine public par les ouvrages des entreprises concédées ou munies de permissions de voirie » ;

Vu le décret du 17 octobre 1907 portant fixation des redevances prévues audit article 18, 7° ;

Le Conseil d'Etat entendu,

Décrète :

Article premier. — Les dispositions des articles 1er, 2, 3 et 5 du décret susvisé du 17 octobre 1907 portant fixation des redevances pour l'occupation du domaine public par les entreprises de distribution d'énergie sont remplacées par les dispositions ci-après :

« *Article premier.* — Les redevances pour l'occupation du domaine public par les ouvrages de transport et de distribution de l'énergie électrique, quel qu'en soit l'objet, sont proportionnelles à la longueur des lignes, au nombre des supports et à la surface du domaine public occupé.

« Ces redevances sont perçues, conformément au tarif ci-après, par l'Etat, le département ou la commune suivant que les entreprises font partie du domaine public national, départemental ou communal.

| Situation des emplacements du domaine public. | Taux de la redevance annuelle par mètre de ligne aérienne ou souterraine. | Redevance annuelle fixe pour chaque support (poteau ou pylône). | Taux de la redevance annuelle par mètre carré pour les postes de transformateurs et autres établissements analogues avec minimum de 1 fr. par poste. |
|---|---|---|---|
| Paris. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0f 25 | 25f » | 50f » |
| Communes autres que Paris de plus de 100 000 habitants . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,05 | 5 » | 10 » |
| Communes de plus de 20 000 habitants jusqu'à 100 000 inclusivement. . . . . . . . . . . | 0,02 | 2 » | 4 » |
| Communes de plus de 5 000 habitants jusqu'à 20 000 inclusivement . . . . . . . . . . . . . | 0,01 | 0,50 | 1 » |
| Communes de 5 000 habitants et au-dessous. . . | 0,05 | 0,25 | 0,50 |

« *Art. 2.* — Les redevances sont perçues chaque année en appliquant le tarif pour une année entière aux ouvrages existant le 31 décembre de l'année précédente.

« *Art. 3.* — Les redevances prévues à l'article 1er pour l'occupation du domaine public communal peuvent, en cas de distribution concédée et en vertu d'une stipulation spéciale du cahier des charges, soit être réduites par l'autorité concédante pour tenir compte des avantages particuliers réservés à la commune par l'acte de concession, soit être remplacées par des redevances proportionnelles aux recettes brutes totales réalisées dans la commune, sans toutefois dépasser les maxima fixés par le tarif ci-après :

| Désignation des Communes. | Distribution de l'énergie pour l'éclairage. | Distribution de l'énergie pour tous autres usages. |
|---|---|---|
| | pour 100 des recettes. | pour 100 des recettes. |
| Paris . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 10 | 5 |
| Communes de plus de 100 000 habitants . . . . . . . . | 4 | 2 |
| Communes de plus de 20 000 habitants jusqu'à 100 000 inclusivement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3 | 1,50 |
| Communes de plus de 5 000 habitants jusquà 20 000 inclusivement . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 | 1 |
| Communes de 5 000 habitants et au-dessous. . . . . . | 1 | 0,50 |

« Les Conseils municipaux peuvent, avec l'autorisation du ministre des travaux publics, établir des redevances supérieures aux maxima indiqués ci-dessus, pour les concessions à accorder dans les communes où il y a des concessions préexistantes, lorsque ce relèvement est nécessaire pour réaliser l'égalité de traitement entre concessionnaires.

« Les entrepreneurs de distributions établies en vertu de permissions de voirie peuvent demander l'application du tarif maximum prévu au présent article, en remplacement du tarif fixé par l'article 1er, à la condition de soumettre leurs recettes à la vérification du service du contrôle.

« *Art. 5.* — Dans les deux premiers mois de chaque année, l'ingénieur en chef du contrôle dresse un relevé par commune des occupations du domaine public national au 31 décembre de l'année précédente.

« Ce relevé mentionne la population des communes traversées, la longueur des lignes, le nombre des supports et la superficie des ouvrages occupant le domaine public. Il est adressé aux entrepreneurs de distribution le 1er mars au plus tard, avec l'invitation à présenter leurs observations dans le délai d'un mois.

« Il est transmis, avant le 31 mai, par l'ingénieur en chef au directeur des domaines avec l'acceptation des entrepreneurs ou, en cas d'observations présentées par ceux-ci, les conclusions du service du contrôle sur la suite que ces observations comportent.

« Le directeur des domaines transmet le relevé au receveur compétent, qui calcule les redevances dues par chaque entreprise. Le receveur procède à l'encaissement de ces redevances, conformément aux règles fixées pour le recouvrement des produits et revenus domaniaux.

« Pour la perception des redevances dues en raison des occupations du domaine public départemental, le relevé des ouvrages, établi comme il est dit ci-dessus, est adressé par l'ingénieur en chef du contrôle au préfet. Le recouvrement des redevances, calculées d'après cet état, est poursuivi conformément aux règles générales de la comptabilité départementale.

« Pour la perception des redevances dues en raison des occupations du domaine public communal, le relevé des ouvrages ou l'état des recettes de la distribution réalisée dans la commune, établi dans les mêmes conditions, est adressé par l'ingénieur en chef du contrôle au maire. Le recouvrement des redevances, calculées d'après ces états, est poursuivi conformément aux règles générales de la comptabilité communale. »

Art. 2. — L'avant-dernier paragraphe de l'article 4 du décret susvisé du 17 octobre 1907 est supprimé.

Art. 3. — Le présent décret recevra son application à dater du 1er janvier 1913.

Art. 4. — Le ministre de l'intérieur, le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes, le ministre des finances et le ministre de l'agriculture sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Rambouillet, le 7 septembre 1912.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

*Le ministre de l'intérieur,*
T. Steeg.

*Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,*
Jean Dupuy.

*Le ministre des finances,*
L.-L. Klotz.

*Le ministre de l'agriculture,*
J. Pams.

## Décret relatif au contrôle des distributions d'énergie électrique.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'intérieur, du ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes et du ministre de l'agriculture,

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et, notamment, les dispositions ci-après :

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

« *Art. 16.* — Le contrôle de la construction et de l'exploitation est exercé sous l'autorité du ministre des travaux publics, soit par les agents qu'il aura délégués à cet effet, lorsqu'il s'agit de concessions données par l'État ou de permissions pour des distributions empruntant en tout ou en partie la grande voirie, soit par les agents délégués par les municipalités, lorsqu'il s'agit de concessions données par les communes ou les syndicats de communes ou de permissions pour des distributions n'empruntant que les voies vicinales ou urbaines. »

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

Art. 18. — Des règlements d'administration publique, rendus sur le rapport du ministre de l'intérieur, du ministre des travaux publics, du ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, du ministre de l'agriculture et, en outre, sur le rapport du ministre des finances pour les règlements de l'alinéa 7, déterminent :

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

« 3° L'organisation du contrôle de la construction et de l'exploitation dont les frais sont à la charge du concessionnaire ou du permissionnaire. »

Vu le décret du 17 octobre 1907, portant organisation du service de contrôle des distributions d'énergie électrique ;

Vu le décret du 29 décembre 1911, reportant, au 1er janvier 1913, la date de revision des frais de contrôle ;

Vu l'avis du ministre des finances en date du 20 juin 1912 ;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Les dispositions des articles 7, 10, 11 et 12 du décret du 17 octobre 1907, organisant le service du contrôle des distributions d'énergie électrique sont remplacées par les dispositions ci-après :

« *Art. 7.* — Les agents des municipalités peuvent, sur la proposition de l'ingénieur en chef du contrôle et avec l'assentiment des municipalités qui les ont désignés, être chargés, par arrêté du ministre des travaux publics, d'assister l'ingénieur en chef pour le contrôle des distributions visées au chapitre Ier ci-dessus.

« Le ministre des travaux publics publics peut, sur la demande des municipalités et sur la proposition de l'ingénieur en chef, faire exercer le contrôle des distributions visées au présent chapitre par les agents du contrôle de l'État.

« Si une commune ou un syndicat de communes n'assure pas le contrôle des distributions d'énergie électrique dans les cas où il lui appartient d'y pourvoir en vertu de l'article 16 de la loi du 15 juin 1906, le ministre des travaux publics, sur le rapport de l'ingénieur en chef et l'avis du préfet, arrête, après mise en demeure, les conditions dans lesquelles ce contrôle sera exercé par les agents du contrôle de l'État.

« *Art. 10.* — Pour le calcul des frais de contrôle, les branchements desservant les immeubles ainsi que les canalisations établies sur des terrains particuliers n'entrent pas en compte.

« Les canalisations aériennes, installées sur le domaine public et empruntant les mêmes supports ou poteaux et les canalisations souterraines dont les conducteurs sont juxtaposés, sont considérées comme formant une seule ligne dont la longueur est égale à celle de la voie canalisée.

« Pour les canalisations établies en partie sur des voies publiques et en partie sur des terrains particuliers, chaque partie de canalisations établie sur la voie publique est considérée comme ayant au moins un demi-kilomètre. Toutefois, la longueur totale servant ainsi de base à la fixation des frais de contrôle ne peut dépasser la longueur réelle des canalisations lorsque celle-ci excède un demi-kilomètre.

« Chaque permission ou concession donne lieu à la perception de frais de contrôle distincts pour les lignes qu'elle autorise.

« Les frais de contrôle de l'exploitation sont calculés, comme il est dit ci-dessus, pour chaque ligne ou groupe de lignes, à partir du premier jour du trimestre au cours duquel est délivrée l'autorisation de circulation du courant et jusqu'au dernier jour du trimestre au cours duquel l'exploitation prend fin.

« Indépendamment des frais de contrôle de l'exploitation, il est dû, pour le contrôle de la construction, une somme fixée à forfait et égale au montant des frais de contrôle de l'exploitation pour une année entière.

« *Art. 11.* — Les frais de contrôle dus aux municipalités sont déterminés par le Conseil municipal. Ces frais ne peuvent dépasser 5 fr par kilomètre de ligne et par an.

« Lorsque le contrôle municipal est exercé par

les agents du contrôle de l'État, en vertu du deuxième ou du troisième alinéa de l'article 7 ci-dessus, il est perçu au profit de l'État, tant pour ce contrôle que pour la surveillance exercée par l'administration des travaux publics sur les distributions visées au chapitre II du présent décret, des frais de contrôle calculés sur les mêmes bases que pour les distributions faisant l'objet du chapitre I[er].

« *Art. 12.* — Les frais de contrôle dus à l'État sont versés annuellement au Trésor sur le vu d'un état arrêté par le ministre ou par le préfet délégué à cet effet et formant titre de perception.

« Les frais dus aux communes sont acquittés à la caisse municipale sur le vu d'un ordre de versement établi par le maire.

« Pour les lignes nouvelles, le premier état comprend les frais de contrôle de la construction et mentionne la date à partir de laquelle sont dus les frais de contrôle de l'exploitation.

« A défaut de paiement par l'entrepreneur, le recouvrement est poursuivi en conformité des règles générales de la comptabilité publique de l'État ou de la comptabilité communale. »

Art. 2. — Le présent décret recevra son application à dater du 1[er] janvier 1913.

Art. 3. — Le ministre de l'intérieur et le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes et le ministre de l'agriculture sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à Rambouillet, le 6 septembre 1912.

A. Fallières.

Par le Président de la République :

*Le ministre de l'intérieur,*

T. Steeg.

*Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,*

Jean Dupuy.

*Le ministre de l'agriculture,*

J. Pams.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ÉLECTROCHIMIE

### Métallisation électrolytique du bois.

Nous empruntons au *Mechaniker* les indications ci-après, relatives à l'application électrolytique de revêtements métalliques sur les objets en bois :

Le bois est une substance qui reçoit sans difficulté une enveloppe galvanique. On peut, en le traitant avec différents métaux, obtenir des résultats remarquables. Plus le bois est dur, plus il se prépare facilement pour recevoir la couche métallique désirée; toutefois, chaque essence de bois, dure ou tendre, peut être galvanisée sans grande difficulté.

Il faut d'abord rendre le bois à traiter imperméable à l'eau. A cet effet, on applique à sa surface une substance pouvant remplir les pores ligneux, puis on brosse énergiquement cette surface et on la laisse sécher. On doit ensuite, dans de nombreux cas, mais non invariablement, polir la pièce traitée au papier de verre, lorsque la substance obturant les pores est sèche.

L'opération suivante consiste à donner à la surface une couche de vernis qui devient, une fois sèche, visqueuse et élastique. Les vernis qui se révèlent, quand ils sont secs, comme durs et cassants, ne donnent pas d'aussi bons résultats, bien que leur emploi ne laisse point d'être possible. On applique uniformément, avec le pinceau, une première couche de vernis qu'on laisse sécher durant une nuit; le lendemain, on applique une seconde couche. Cette seconde couche, on ne la laisse pas sécher complètement, mais seulement pendant quelques heures, en sorte qu'elle demeure encore visqueuse.

Il s'agit dès lors de rendre électriquement conductrice la surface du bois revêtue de vernis. On obtient ce résultat en employant de la poudre de cuivre très finement divisée. On applique la poudre en question avec un pinceau; comme la dernière couche de vernis est encore visqueuse, les petits fragments de cuivre s'y attachent. On laisse enfin sécher complètement toute la surface recouverte de poudre de cuivre, puis on enlève soigneusement, au moyen du pinceau, la poudre en excédent. Il est indispensable que la surface présente un revêtement de cuivre complet, ce que l'on obtient en effectuant au besoin de nouvelles applications de vernis et de cuivre sur les endroits demeurés découverts.

La surface de l'objet traité est dès lors électri-

quement conductrice. On pourrait donc la plonger directement dans un bain de cuivre acidulé et lui donner une première couche en cuivre. Mais comme cette couche ne serait pas uniforme, il est préférable de faire déposer tout d'abord une très mince couche d'argent. A cet effet, on emploie un bain formé de 4,5 litres d'eau, 85 gr de cyanure de potassium et 85 gr de nitrate d'argent. Si cette solution n'est pas claire, on ajoute un peu plus de cyanure de potassium; mais il importe qu'il s'y rencontre tout au plus des traces d'acide à l'état libre. On plonge la pièce de bois, durant quelques secondes, dans cette solution, et cela sans faire intervenir le courant électrique. Le cuivre précipite l'argent contenu dans la solution, et la surface traitée se revêt maintenant d'une pellicule d'argent qui prend la place du cuivre.

Dès ce moment, on peut appliquer par l'électrolyse une enveloppe métallique quelconque; pourtant, il vaut mieux donner au préalable à la pièce de bois, dans un bain acidulé de cuivre, une mince couche de cuivre destinée à constituer l'enveloppe première sur laquelle on pourra ensuite déposer soit de l'argent, soit de l'or, soit du bronze ou tout autre métal désiré. A cette fin, on plonge la pièce argentée dans un bain formé de 4,5 litres d'eau, 790 gr de sulfate de cuivre et 113 gr d'acide sulfurique. Cette solution s'emploie à froid. La tension utilisée ne doit point dépasser 1 à 2 volts; une tension plus élevée donnerait un dépôt de cuivre grenu et cassant.

Il ne faut pas oublier que la pièce de bois, abandonnée à elle-même, surnagerait dans le bain; il convient donc de la fixer à un poids qui l'entraîne à l'intérieur de la masse liquide. A cet effet, avant de commencer l'opération, l'on fixe, en un point qui ne fait pas saillie, un clou ou une vis en laiton à laquelle on attache le poids. Il suffit d'employer, comme poids de retenue, un morceau de laiton ou de plomb qui est fixé au moyen d'un fil métallique isolé, de manière que le cuivre ne vienne pas s'y déposer. Dans ce cas, on ne saurait utiliser une pièce de fer, car le fer décomposerait le cuivre.

Le cuivre se dépose de la manière usuelle. Si l'on veut obtenir une enveloppe épaisse de cuivre, il y a lieu de retirer de temps à autre du bain la pièce de bois et de frotter chaque fois le dépôt avec la brosse, afin qu'il ne devienne pas rugueux. De cette manière, on obtient un dépôt épais ayant une surface lisse. Le cuivre fera corps avec le bois, au point que l'on pourra reconnaître seulement au poids qu'il s'agit d'une masse non métallique, mais métallisée.

S'il s'agit d'obtenir des dépôts d'autres métaux : argent, or, bronze, etc., il convient de former d'abord une mince pellicule de cuivre dans un bain acidulé convenable, puis d'appliquer le métal désiré en la manière ordinaire.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE

### La télégraphie sans fil dans la région du pôle Nord.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que l'expédition Amundsen au pôle Nord, qui doit partir en 1913, aura à bord de son navire, le *Fram*, une installation radiotélégraphique fournie gratuitement par la Compagnie allemande « Telefunken ». Le *Fram* pourra communiquer particulièrement avec la station radiotélégraphique terrestre du Spitzberg, située à 1650 km du pôle. Cette station a une portée qui s'élève à 1000 km durant le jour et à 2000 km durant la nuit, en sorte que le bâtiment portant les explorateurs recevra sûrement des informations durant de longues heures chaque jour. Il reste à savoir si, de son côté, le *Fram* pourra constamment envoyer des communications : le fait dépendra de la puissance du poste radiotélégraphique du bord, puissance qui doit dépendre, à son tour, de la hauteur des mâts du bâtiment et de l'écart entre ces mâts. Comme les explorateurs doivent demeurer absents durant cinq ou six ans, on peut tout au moins compter recevoir d'eux des nouvelles quelques années avant leur retour. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Un enregistreur de conversations téléphoniques.

On lit dans l'*Electrician* que M. C. Chapman, de Leicester, vient d'imaginer un appareil grâce auquel l'abonné au téléphone peut contrôler le nombre et la nature des conversations provoquées par lui-même ou en son nom. Cet appareil consiste en un dispositif de verrouillage fixé au récepteur. Quand on désire faire un appel, on libère le dispositif en question, ce qui a pour effet d'enregistrer l'appel. Si on combine avec le même dispositif un tambour tournant et une bande de papier, on peut noter le nom de la personne formulant l'appel ou toute autre information de même espèce; on obtient ainsi un contrôle additionnel contre les abus commis dans l'emploi du téléphone. — G.

## TRANSFORMATEURS

### Un redresseur de courant en aluminium.

Comme on le sait, les électrodes en aluminium, plongées dans une solution aqueuse, ne laissent passer le courant que si elles se trouvent reliées au pôle négatif de la source de ce courant. Si donc un élément électrolytique, pourvu d'une électrode en aluminium, est relié à une canalisation de courant alternatif, il ne laisse passer que la phase du courant qui vient frapper l'électrode en alu-

minium constituant le pôle négatif. Mettant à profit cette circonstance, la maison C. Schniewindt de Newenrade (Westphalie), lisons-nous dans l'*Hélios*, vient de mettre sur le marché un redresseur de courant comportant une électrode de fer-aluminium. Cette électrode est composée de fils en fer et en aluminium qui, combinés avec des fils d'amiante, forment un grillage. Ce grillage est plongé dans une solution aqueuse de carbonate de sodium, laquelle, intercalée dans un circuit à courant alternatif, ne laisse passer que les impulsions de courant pour lesquelles les fils de fer forment les électrodes positives. Par suite, le circuit extérieur ne livre passage qu'à des courants redressés présentant la moitié de l'intensité du courant alternatif. — G.

# Nouvelles

### L'électricité à Charleville.

Une discussion très vive vient d'avoir lieu au Conseil municipal, au sujet de l'autorisation à accorder à « l'Est électrique ». La première partie a été rapidement accordée : Autorisation de traverser la prairie de Montjoli, sous réserve de rendre souterraines les portions qui traverseront la voie publique.

La seconde partie a été plus ardue : Autorisation pour tout un réseau à basse tension, alimentée principalement par un poste central près du théâtre, abaissant le courant primaire à 5000 volts.

On a fait observer que les canalisations souterraines étaient très employées en Allemagne, Angleterre et Amérique, que l'octroi de la permission rendrait le concessionnaire maître des rues, que le courant aérien était inoffensif, que l'électricité était très avantageuse. « L'Est électrique » posa alors un ultimatum : « Canalisations aériennes ou rien. »

Les voix se partagèrent, 12 contre 12; celle du maire étant prépondérante, l'autorisation fut accordée à « l'Est électrique ».

Si dans cette discussion un Conseil avait été appelé, il aurait pu dire :

1° Qu'en Angleterre, tout un secteur du pays de Galles, plus important que « l'Est électrique », était entièrement souterrain. Ce secteur dessert justement pas mal de ferronneries. Qu'en Allemagne des villes de l'importance de Charleville ont un réseau souterrain : Baden-Baden, 19 500 habitants; Etville, 39 000; Erlangen, 24 000; Falkenstein, 15 000; Gmund, 20 000; Greiz, 23 000; Iserlohn, 31 000; Hohlberg, 25 000; Meerahe, 30 000, etc.

En Hollande, Bloemendaal, 26 500. En Suède, Helsingborg, 32 000. Un Conseil aurait pu donner des prix d'établissements de réseaux aériens et souterrains. Il aurait cité des exemples d'exploitation et les résultats;

2° Que si une permission est anodine *a priori*, elle établit en fait une tendance au monopole sans obligations. Telles sont les opinions de M. Paul Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon, et de M. Remaury, avocat à la Cour d'appel de Toulouse.

3° Que le courant alternatif, inoffensif en certaines conditions, est dangereux en d'autres. Le Conseil leur aurait cité des exemples;

4° Que le moteur électrique, hygiénique et commode, n'est avantageux que si le secteur consent des prix raisonnables. Il aurait pu citer des tarifs, des modèles de contrat et de polices. Il aurait pu citer aussi des industriels de la Vallée de la Meuse qui paient plus cher avec l'électricité qu'avec le gaz pauvre.

Nombre de villes ont reconnu qu'un Conseil, expert en la matière, était indispensable et que pour bien administrer une affaire, un calculateur est souvent plus avantageux qu'un danseur. Elles ont reconnu qu'en face des Sociétés d'électricité composées de techniciens rompus à toutes les questions, elles aussi avaient besoin de techniciens dévoués à leurs intérêts.

Camille Manceau,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

***

### Une grève d'abonnés au téléphone, aux États-Unis.

L'*Electrical World* rapporte que, en signe de protestation contre le service défectueux fait par l'entreprise locale, tous les abonnés au téléphone de Checotah (Oklahoma) ont décroché leurs récepteurs, de manière à rendre toutes communications impossibles sur le réseau de la ville. Les mêmes abonnés auraient déclaré qu'ils ne permettront désormais l'utilisation du téléphone que quand des améliorations sérieuses auront été introduites dans le service. — G.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^t-JACQUES.

# Isolateur-maillon pour hautes tensions.

Ce type d'isolateur, d'une forme tout à fait nouvelle et spéciale, a été imaginé par MM. Vedevelli et Priestley, constructeurs à Paris.

Chaque élément d'isolateur, appelé *maillon* (fig. 111) est en verre moulé. Un certain nombre de ces éléments, variable suivant la tension de régime de la ligne, constitue une chaîne de maillons (fig. 112).


Fig. 111.

Chaque maillon relié au suivant par une ligature spéciale, formée de fils d'acier galvanisés, travaille à la compression, de sorte que la chaîne peut supporter des efforts de traction considérables, ce qui, dans les régions montagneuses, permet d'établir de très longues portées pour la traversée de certaines vallées.

Lorsque ces chaînes sont placées verticalement, elles sont munies à leur partie supérieure d'un chapeau métallique protecteur, en tôle galvanisée, de forme légèrement concave, destiné à les protéger contre les intempéries. Ce dispositif présente certains avantages.

Au fur et à mesure que l'on a élevé davantage la tension du régime des lignes de transport d'énergie à grande distance, il a été nécessaire d'augmenter, dans une dimension relativement plus forte, les dimensions des isolateurs. En effet, lorsqu'une certaine tension critique vient à être dépassée, il se produit sur les isolateurs des décharges sous forme d'étincelles Des expériences ont démontré que l'on peut, non pas supprimer, mais considérablement atténuer ces décharges en substituant à la cloche supérieure de l'isolateur, en porcelaine ou en verre, un chapeau métallique.


Fig. 112.

La résistance d'isolement de la cloche supérieure est, en somme, peu importante, car sa surface extérieure, frappée par la pluie, reste presque constamment humide. En supprimant cette cloche, on ne supprime en réalité que l'isolement produit par sa surface extérieure, ce qui est amplement compensé par les avantages qu'offre le chapeau métallique. Il convient de remarquer que ce chapeau métallique peut être établi en tôle et aussi large qu'on peut le désirer sans être arrêté par les difficultés que comporterait l'emploi d'un chapeau en porcelaine ou en verre de mêmes dimensions. En faisant déborder largement le chapeau métallique au-dessus des cloches en porcelaine ou en verre placées au-dessous, on protège ces dernières contre la pluie beaucoup mieux que ne le ferait un chapeau en porcelaine ou en verre de dimensions nécessairement plus restreintes; en outre, son poids est moindre et il présente une solidité mécanique bien plus grande.

Le chapeau métallique, comparé à un dispositif protecteur ayant les mêmes dimensions, mais formé d'une matière isolante, présente des avantages d'ordre électrique. On sait que presque toutes les décharges, sous forme d'étincelles, se produisant sur un isolateur ordinaire, suivent les filets d'eau tombant du rebord de la cloche supérieure; sur l'isolateur surmonté d'un chapeau métallique, l'arête extérieure de ce chapeau devient le siège d'un champ si puissant que les gouttes d'eau sont projetées loin de cette arête vers l'extérieur.

Les chaînes de maillons sont fixées sur l'appui au moyen de consoles en fer qui servent à maintenir les deux extrémités de la chaîne. Cette disposition est nécessaire, car en montant les conducteurs sur la chaîne simplement suspendue à l'appui, il serait à craindre que, sous l'action d'un vent un peu fort, les conducteurs ne soient soumis à des mouvements oscillatoires tels qu'ils viennent en contact; en outre, dans les appuis d'angle, les chaînes prendraient une position inclinée. Ces inconvénients sont supprimés si, au lieu de suspendre simplement les conducteurs, ces derniers sont tendus, à leur partie inférieure, par une seconde chaîne, de manière que l'ensemble soit solidement fixé aux deux consoles ou traverses horizontales. Un appui peut alors supporter une série de trois conducteurs, les conducteurs étant placés les uns au-dessous des autres. Si l'appui se trouve situé dans une courbe accentuée où la chaîne doit supporter une très

forte traction, on ajoute entre l'appui et le milieu de la chaîne verticale, une chaîne de maillons horizontale. On peut aussi monter les conducteurs en triangle et alors une chaîne de maillons est verticale et les deux autres obliques, le tout étant solidement maintenu et fixé entre deux traverses horizontales.

Les conducteurs de ligne reposent sur un crochet porte-fil et ils sont fixés au moyen d'une simple ligature.

Le mode de construction, très simple, permet le démontage et le remplacement facile de chaque chaîne de maillons. Dans chaque chaîne, les éléments isolants en verre peuvent être plus ou moins distants les uns des autres. L'influence de l'écartement sur la résistance d'isolement a été soigneusement expérimentée. Ainsi avec un écartement de 75 millimètres entre les éléments, une chaîne de 7 maillons, placée horizontalement et ensuite verticalement sous une pluie artificielle, supporte des tensions de 80 000 à 100 000 volts.

En ce qui concerne la capacité, il résulte d'essais effectués au Laboratoire central d'électricité de Paris, qu'une chaîne de huit maillons a une capacité de 8/100 000 de microfarad.

Avec les isolateurs ordinairement utilisés dans la construction des lignes à haute tension, on a entre l'extrémité de la tige de scellement, support de l'isolateur et le conducteur de ligne, une différence de potentiel ayant toute la valeur de la tension de régime, l'isolement étant obtenu par l'interposition entre ces deux points d'un ou de plusieurs éléments superposés en porcelaine ou en verre.

L'isolement d'une chaîne de maillons est obtenue, comme dans les parafoudres à condensateur, par une série d'éléments alternativement isolants et conducteurs, dont le potentiel décroît successivement jusqu'à devenir nul. Comme il y a toujours un certain nombre supplémentaire de maillons, on obtient, en cas de rupture d'un ou de plusieurs maillons, une sécurité que ne présentent pas les isolateurs de modèle courant. Ainsi, sur une ligne à 15 000 volts, si l'on a des chaînes de quatre maillons, trois peuvent être brisés sans que la ligne soit à la terre. Par construction, ces maillons n'ont aucune fragilité et il est peu probable que leur rupture se produise.

Au point de vue de la dépense d'installation, l'emploi de chaînes de maillons, pour des tensions de 20 000 volts, nécessite une dépense comparable à celle d'une installation avec isolateurs ordinaires. Pour des tensions plus élevées, l'avantage appartient aux chaînes de maillons.

Les maillons se construisent de plusieurs dimensions. Le modèle moyen pèse 250 gr et présente une résistance à la traction de 2000 kg.

De nombreuses applications de ce système d'isolateur ont été faites en France, notamment sur les lignes de traction électrique, telles que les lignes aériennes du chemin de fer électrique Nord-Sud de Paris, du chemin de fer de la Mure, des chemins de fer du Sud de la France, des chemins de fer du Midi, etc. (1).

J.-A. MONTPELLIER.

---

LES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

# de l'Ecole des Mines et Faculté polytechnique du Hainaut

à MONS (Belgique).

Parmi les établissements d'enseignement technique supérieur, l'un des plus importants et des mieux outillés est certainement l'Ecole des mines et Faculté polytechnique de Mons.

Dès 1882, l'Ecole des mines de Mons ouvrit un cours d'électricité comme annexe au cours de physique générale et, quatre ans plus tard, en 1882, fut établi un laboratoire spécial d'électricité. Ce laboratoire, déjà remarquable pour l'époque, fut l'embryon des vastes et superbes installations électriques actuelles effectuées par les ateliers de Constructions électriques du Nord et de l'Est à Jeumont.

La production de l'énergie électrique nécessaire aux divers services de l'Ecole et aux laboratoires est assurée par :

1° Une usine à vapeur comportant un moteur horizontal compound à deux cylindres jumelés, d'une puissance de 120 ch, sortant des ateliers

(1) Constructeurs : MM. Vedovelli, Priestley et Cie 160, rue Saint-Charles, à Paris.

Lebrun. Ce moteur, construit spécialement comme machine d'étude, actionne par courroie soit deux dynamos à courant continu, soit deux alternateurs triphasés de 40 kilovolts-ampères, fournissant le courant sous 110 volts à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Le moteur à vapeur porte en outre, en bouts d'arbre, deux dynamos-frein pouvant débiter leur courant soit sur des résistances métalliques, soit sur une batterie d'accumulateurs.

Cette usine possède, en outre, une turbine à vapeur, type Electra, de 100 ch, actionnant directement une dynamo à courant continu.

2° Une usine comprenant un moteur Diesel à pétrole de 40 ch et deux moteurs à gaz pauvre Wintherthur pouvant actionner différentes génératrices soit par courroie, soit en bout d'arbre.

3° Une usine comportant un moteur à gaz de ville, type Fétu-Defize, de 30 ch, actionnant par courroie une dynamo à courant continu spécialement installée pour alimenter le laboratoire d'électrométallurgie.

4° Une seconde usine à vapeur, comprenant un moteur vertical monocylindrique, alimenté par une chaudière verticale à foyer intérieur et actionnant par courroie une dynamo polymorphique.

Indépendamment de ces usines génératrices, l'Ecole dispose de 4 batteries d'accumulateurs.

1° Une batterie d'accumulateurs Tudor, formée de deux groupes comportant chacun 64 éléments d'une capacité de 750 ampères-heure, alimentant une canalisation à trois fils avec une tension de 120 volts par pont. Cette batterie est plus spécialement affectée aux laboratoires d'électrotechnique.

2° Une batterie de la société l'Industrielle d'accumulateurs, formée de deux groupes de 60 éléments chacun, d'une capacité de 540 ampères-heure, alimentant par une canalisation à trois fils, à la tension de 110 volts par pont, les services d'éclairage et de force motrice de toute l'école;

3° Une batterie de la même société comportant six groupes de 5 éléments chacun, ayant une capacité de 450 ampères-heure et qui alimente, d'une part, les divers circuits à 10 volts des laboratoires d'électrochimie, de mines, de mesures électriques et de calorimétrie et, d'autre part, le circuit alimentant les nombreux appareils de projections utilisés dans les amphithéâtres;

4° Une batterie de la société l'Industrielle d'accumulateurs composée de 60 éléments d'une capacité de 1000 ampères-heure, pour décharge rapide et destinée à desservir le laboratoire d'électrométallurgie.

Les batteries d'accumulateurs et les nombreuses dynamos à courant continu et à courants alternatifs des usines génératrices sont réparties dans les diverses ailes des bâtiments. Toutes les canalisations qui y sont reliées aboutissent à une station centrale de distribution.

Dans cette station centrale, les canalisations sont reliées à deux grands commutateurs suisses, l'un à courant continu, l'autre à courant alternatif, d'où partent les conducteurs qui aboutissent à des tableaux de manœuvre et de départ. Ces commutateurs permettent de réaliser toutes les combinaisons possibles, notamment d'effectuer la charge des batteries d'accumulateurs par les génératrices de l'une quelconque des usines, de distribuer le courant, soit continu, soit alternatif, dans toutes les parties de l'école. A cet effet, tout un réseau de câbles armés part de la station centrale pour la relier aux batteries d'accumulateurs, aux usines génératrices et aux tableaux secondaires de distribution des amphithéâtres et des laboratoires.

Les ateliers de constructions électriques du nord et de l'est, à Jeumont, ainsi que ceux de Charleroi, ont de tout temps apporté leur concours aux installations électriques de l'école, soit sous forme de dons, soit comme exécution de commandes.

Parmi les nombreuses réceptrices sortant de ces ateliers, nous citerons les suivantes :

*a*) Un groupe survolteur-dévolteur composé d'un moteur à courant continu de 30 ch marchant à 1200 t : m sous 220 volts, accouplé directement de part et d'autre à deux dynamos à courant continu, montées sur le même socle que le moteur et pouvant débiter 185 ampères sous 0 à 50 volts. Ce groupe peut être intercalé dans les circuits de charge ou de décharge de la batterie d'accumulateurs Tudor. La commande des rhéostats peut être rendue automatique, au moyen de régulateurs de tension Thury, pour la charge de la batterie à tension constante ; ils sont placés aux bornes de la dynamo génératrice de charge.

*b*). Un petit groupe de démonstration composé d'un moteur à courant continu de 1 ch sous 220 volts, actionnant directement, à la vitesse angulaire de 1500 t : m, une petite pompe centrifuge multicellulaire, système Rateau, pouvant élever 6 m$^3$ d'eau à l'heure à une hauteur de 14 m.

*c*). Un groupe moteur-pompe constitué par un moteur à courant continu de 6 ch sous 220 volts, actionnant à la vitesse angulaire de 1500 t : m une pompe centrifuge à une roue et une ouïe, pouvant élever à 14 m de hauteur 60 m$^3$ d'eau par heure.

*d)*. Un moteur à courant continu de 4,5 ch sous 220 volts actionnant par courroies et poulies à gradin les chargeurs automatiques des trois chaudières à vapeur de Naeyer. Un autre moteur shunt actionne une chaîne à godets amenant le charbon dans les soutes placées directement derrière la chaufferie.

Dans le laboratoire d'électrotechnique sont installées les machines suivantes :

Une dynamo de 6 kw à enroulement série, fournissant le courant sous 110 volts à la vitesse angulaire de 1000 t : m.

Une dynamo de 6 kw, enroulée en dérivation, fournissant le courant sous 110 volts à la vitesse angulaire de 1050 t : m. Cette dynamo a des pièces polaires mobiles, permettant de faire varier à volonté l'entrefer, en vue d'essais.

Un moteur de 5 ch, à 110 volts, à courant continu, marchant à 1000 t : m.

Un moteur asynchrone monophasé de 6,5 ch, marchant à 1425 t : m et alimenté par du courant alternatif à 110 volts, à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Un moteur asynchrone monophasé de 5 ch, marchant à 1820 t : m, alimenté en courant alternatif sous 110 volts, à la fréquence de 100 périodes par seconde.

Deux transformateurs statiques triphasés, refroidis par l'air, avec rapport de transformation 110/55 volts, pouvant fournir 5 kw au secondaire, à la fréquence 50.

Trois bobines de self réglables pour les essais en courant alternatif.

L'amphithéâtre d'électrotechnique est installé pour permettre d'effectuer pendant les leçons des expériences démonstratives sur les machines électriques. A cet effet, il est muni des machines suivantes :

Un groupe moteur-générateur composé d'un moteur asynchrone triphasé de 13 ch sous 110 volts, 50 périodes actionnant à la vitesse angulaire de 955 t : m, une dynamo à courant continu, enroulée en dérivation, pouvant fournir 8 kw utiles à ses bornes, à la tension de 110 volts. Ce groupe est raccordé à un tableau de manœuvre qui permet de réaliser toutes les expériences de démonstration.

Une commutatrice, système Arnold, d'une puissance de 12,5 ch ou 8 kw, alimentée en courant alternatif à 50 périodes et à la tension de 110 volts entre phases.

Pour faciliter l'étude des différents organes des machines électriques, les ateliers de Jeumont ont fourni un groupe de démonstration, démontable en toutes pièces, comprenant un moteur triphasé asynchrone de 12 ch, 110 volts, 50 périodes, 1500 t : m et une dynamo à courant continu, enroulée en dérivation de 7,5 kw sous 220 volts.

Indépendamment de ce groupe démontable, le professeur dispose d'un ensemble de pièces telles qu'induits bobinés ou partiellement bobinés en anneau et en tambour, des sections d'induits en fils et en barres, des lames de collecteurs, des modèles de collecteurs, de tôles de dynamos, etc

L'éclairage électrique de l'Ecole est assuré par une canalisation à trois fils de 2 × 110 volts, avec fil neutre à la terre, alimentée par une batterie d'accumulateurs comportant deux groupes de 60 éléments chacun et d'une capacité de 540 ampères-heure.

Chaque groupe d'accumulateurs possède son tableau de manœuvre sur lequel sont installés un réducteur double, des ampèremètres, des ampèremètres enregistreurs, des voltmètres et des fusibles. Les deux tableaux sont reliés au moyen de câbles lorsque les deux groupes doivent être montés en tension. De plus ils sont reliés, d'une part, à un tableau de charge où viennent aboutir les conducteurs des différentes génératrices de l'usine utilisant les moteurs à gaz pauvre et à pétrole et, d'autre part, au commutateur suisse de la station centrale de distribution où l'on peut utiliser pour la charge l'une quelconqne des génératrices à courant continu. Les deux groupes de la batterie peuvent ainsi être chargés séparément sous 110 à 150 volts, ou bien en série, sous 220 à 300 volts.

De la batterie partent des feeders en câble armé se rendant à la station centrale de distribution directement aux deux tableaux d'*éclairage* et de *force motrice*. Ces feeders sont commandés par deux jeux de commutateurs inverseurs bipolaires qui permettent d'inverser les ponts d'éclairage et de force motrice afin d'équilibrer la décharge des deux groupes d'accumulateurs.

Du tableau d'éclairage de la station centrale de distribution partent cinq feeders en câble armé qui alimentent dans les sous-sols cinq colonnes montantes. Les bâtiments sont divisés en cinq sections indépendantes desservant tous les étages.

Chaque colonne montante se compose de deux câbles isolés de 50 mm$^2$ de section pour les conducteurs extrêmes et d'un câble isolé de 25 mm$^2$ pour le conducteur neutre. Ces câbles sont logés dans des tubes isolés armés de laiton. Ces colonnes montent verticalement des sous-sols jusqu'aux combles en traversant tous les étages.

A chaque étage se trouve un tableau de distribution d'où partent les dérivations alimentant les différents locaux rattachés à chacune des sections. Ces tableaux sont de deux modèles.

Les tableaux du sous-sol comprennent chacun une série de bouchons fusibles à fusion visible, montés sur un panneau en marbre fixé sur une charpente en fers cornières adossée au mur.

Au rez-de-chaussée et aux étages, c'est une armoire constituée par une boîte en fonte à demi encastrée dans le mur et munie d'ouvertures, dans les parois inférieure et supérieure, donnant passage aux conducteurs.

Le feeder neutre aboutit à une borne fixe d'où partent tous les conducteurs neutres.

Les feeders des deux conducteurs extrêmes sont reliés à deux bagues en cuivre fixées sur un cylindre en bois imprégné. Les conducteurs de dérivation sont également reliés à des bagues semblables fixées sur le cylindre entre les deux bagues d'amenée du courant.

La partie antérieure de la boîte en fonte est fermée par un couvercle à charnières formant cadre, sur lequel est fixé un petit panneau de marbre qui porte une série de coupe-circuits fusibles, à bouchon et à fusion visible. Ces fusibles sont reliés aux bagues fixes par l'intermédiaire de frotteurs. Cette disposition protège toutes les connexions contre un contact extérieur et les met aussi à l'abri des poussières, assurant ainsi un bon isolement. Pour changer les coupe-circuits fondus, il suffit d'ouvrir le couvercle de 90° et alors les frotteurs quittent le collecteur. Lorsqu'il est nécessaire d'effectuer des travaux sur les conducteurs de dérivation de l'étage, on peut supprimer le courant sur cette partie de la canalisation, sans l'interrompre ailleurs, en agissant simplement sur deux vis de pression qui écartent les frotteurs des bagues collectrices d'amenée, tout en laissant le couvercle fermé.

Tous les conducteurs de dérivation branchés sur ces tableaux sont en fils isolés placés dans des tubes isolés armés de fer plombé; chaque tube contient, au maximum, deux conducteurs entre lesquels la différence de potentiel ne dépasse pas 115 volts.

Dans les salles où règnent des vapeurs acides ou des gaz corrodants, telles que les salles d'accumulateurs, les laboratoires de chimie, de mines, la chaufferie, les soutes à charbon, la salle des gazogènes, les cours, etc., les canalisations sont établies en fils isolés ou en fil sous plomb, logés dans des tubes armés d'acier. Ces tubes d'acier sont recouverts, après pose, de deux couches de peinture dite *aluminite*. Dans ces locaux, on utilise des lampes à filament métallique de 50 bougies, munies d'abat-jour en tôle émaillée.

Dans les grands amphithéâtres, la canalisation est établie en fils Kuhlo, sous enveloppe de fer plombé. Les tableaux noirs sont éclairés au moyen de rampes fixées au plafond et comportant une quarantaine de lampes de 25 et 32 bougies. Les amphithéâtres de physique industrielle et d'électrotechnique ont leurs tableaux noirs éclairés par 6 lampes de 100 bougies placées dans des armatures spéciales avec abat-jour demi-sphérique pour projeter la lumière.

Les couloirs, petits amphithéâtres, salles de cours et de collections, bureaux, ateliers, laboratoires divers et combles ont des canalisations en fils isolés, logés dans des tubes isolés armés de fer plombé.

Les salles de dessin sont éclairées au moyen de lampes à arc de 10 ampères. L'éclairage est indirect.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

Supposons-nous placés dans les conditions du problème qui conduit à la solution $\Delta'_m = 0{,}524$ et $\beta' = 113{,}4$, mais faisons $K = 2$, ce qui revient à dire que nous donnons au câble une section double de celle à laquelle correspond le minimum des frais annuels d'exploitation.

L'ordonnée de l'hyperbole type pour $K = 2$ est sensiblement égale à 0,5 qui, multiplié par 113,4 (valeur de $\beta'$), donne 56,7.

Par conséquent, le fait d'employer cette section double augmente de 56,70 fr les frais annuels d'exploitation.

L'aspect de l'hyperbole type montre qu'on obtiendrait le même résultat pour $K = 0{,}5$, c'est-à-dire en diminuant la section de moitié, parce qu'il se trouve que les ordonnées sont sensiblement égales pour ces deux valeurs de K.

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, p. 84, n° 1129, 17 août, p. 103, n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133, 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197 et n° 1136, 5 octobre, p. 214.

Plaçons-nous maintenant dans les conditions du problème qui aboutit aux solutions

$$\Delta'''_m = 0{,}185 \quad \text{et} \quad \beta''' = 320{,}7.$$

Une aussi faible densité de courant exigerait une grosse section de cuivre que dans la pratique on réduirait. Prenons par exemple $K = 0{,}3$. L'ordonnée correspondante est sensiblement 1,25 dont le produit par 320,7 donne, en chiffres ronds, une dépense annuelle supplémentaire de 400 fr.

Avec $K = 0{,}2$, cette dépense s'élèverait à 1025 fr (chiffres ronds), l'ordonnée étant 3,2.

La forme de la courbe (fig. 113) explique ces résultats.

Lorsque K varie de 1 à zéro, l'ordonnée de l'hyperbole type croît de zéro à l'infini. Tant que K reste supérieur à 0,5, l'ordonnée croît assez peu puisqu'elle atteint la valeur 0,5 précisément pour une valeur égale de K. Au contraire, dès que K prend des valeurs inférieures à cette sorte de valeur critique 0,5, la variation de l'ordonnée de la courbe devient considérable, puisqu'elle passe, on peut dire à peu près proportionnellement, de 0,5 à l'infini.

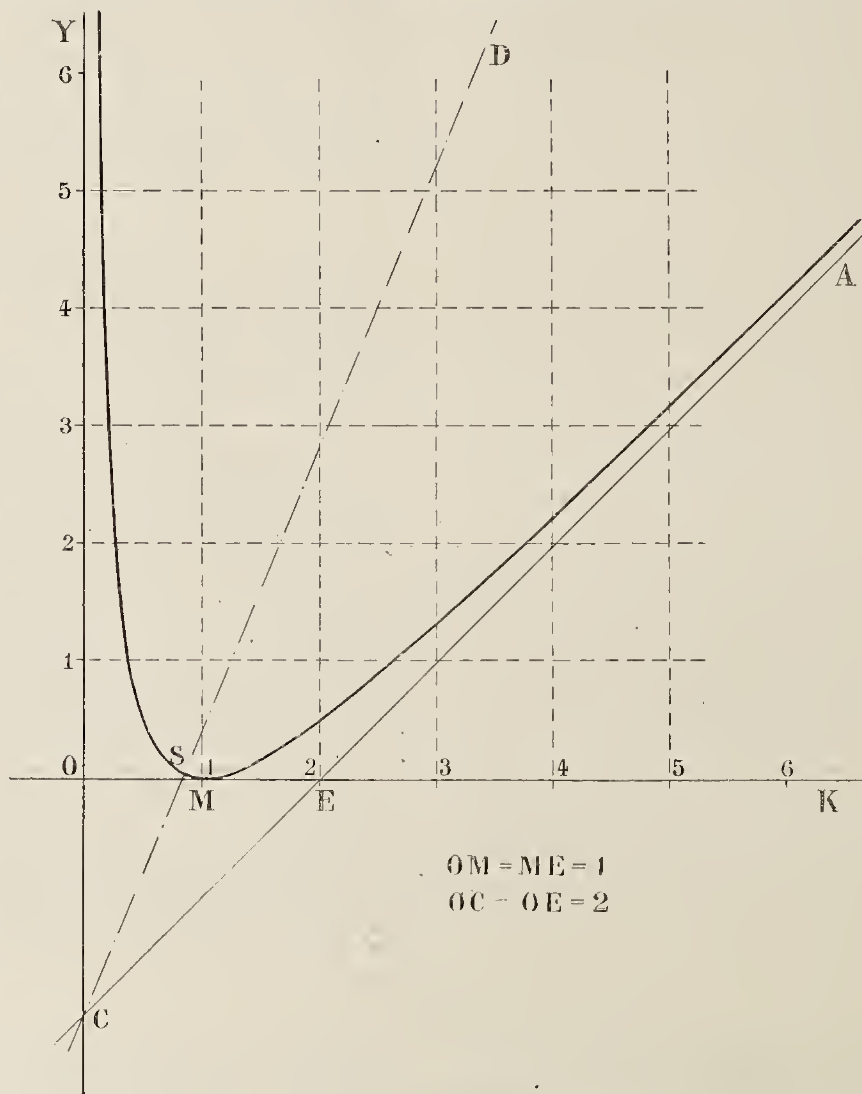



Fig. 113.

A droite du point M les choses se passent différemment.

Lorsque K croît de 1 à l infini, l'ordonnée de la courbe varie de zéro à l'infini et cette variation est très sensiblement proportionnelle.

La courbe et les exemples numériques que nous avons donnés montrent que lorsque K reste compris entre 0,5 et 2, on s'écarte assez peu des conditions d'économie. Dans la pratique, ce seront d'ailleurs plutôt les valeurs de K inférieures à l'unité qu'on aura à considérer, car on sera plus souvent conduit à réduire qu'à accroître la section théorique; ce dernier cas peut, néanmoins, se présenter, si par exemple l'adoption de la section théorique avait pour conséquence une densité de courant et, par suite, un échauffement exagéré.

Il y a encore une remarque à faire. Lorsque $K = 1$, point M de la courbe, il y a équilibre entre la dépense d'intérêt et d'amortissement et l'énergie annuellement dépensée dans la ligne. A droite du point M, — section supérieure à la section théorique, — ce sont les frais d'intérêt et amortissement provenant d'un capital immobilisé plus grand qui deviennent prépondérants et élèvent la dépense annuelle d'exploitation. Ces frais augmentent proportionnellement au capital immobilisé, c'est-à-dire à la première puissance de S et en définitive de K. Cette analyse grossière s'accorde bien avec les déductions que nous avons tirées de la forme de la courbe type.

A gauche du point M, — section inférieure à la section théorique —, c'est la perte par effet Joule qui devient prépondérante. Or cette perte est en raison inverse de la section et, par suite, en raison inverse de K. Si K tend vers zéro, son inverse $\frac{1}{K}$ tend vers l'infini. Dans cette partie du chomp de variation, c'est donc bien la forme hyperbole qui doit prédominer et c'est la perte par effet Joule qui, s'accroissant d'autant plus qu'on diminue davantage la section, est la cause de l'accroissement de la dépense annuelle d'exploitation.

Nous pensons avoir mis en lumière tout le côté pratique de cette étude qui, comme on le voit, est assez féconde en résultats intéressants.

Il n'est peut-être pas inutile de résumer ici rapidement la marche à suivre.

Nous supposons qu'on s'est procuré un tracé, tel que celui que nous publions ici (fig. 113) de l'hyperbole type.

Au moyen de la formule 30 on calcule la densité de courant optimum $\Delta_m$, puis, avec la formule (48), la section correspondante $\Sigma$.

Tout ceci, bien entendu, après qu'on a évalué les divers coefficients de la formule (30) en se servant des procédés et des tableaux antérieurement donnés.

Si la section $\Sigma$ convient, on peut s'en tenir là; sinon il faut calculer le coefficient $\beta$, dont la valeur est

$$\beta = 2\lambda La\Sigma.$$

Soit $s$ la section qu'on se propose d'adopter au lieu de $\Sigma$. On déduit de (51) la valeur de la variable K

$$K = \frac{s}{\Sigma}.$$

Le tracé de l'hyperbole type donne la valeur correspondante de l'ordonnée Y qui, multipliée par le coefficient $\beta$, indique, en francs, de quelle somme on accroît la dépense annuelle d'exploitation quand on remplace la section $\Sigma$ théorique par la section pratique $s$.

Ces calculs sont ainsi très simples et la simple inspection de la courbe type fournit immédiatement tous les renseignements intéressants.

Si la section pratique $s$ diffère notablement de la section théorique $\Sigma$, certains des coefficients de la formule (30) pourraient être susceptibles de changer. On peut alors procéder par approximations successives en leur donnant des valeurs en rapport avec ces sections, problème qu'on résoudra facilement au moyen des tableaux que nous avons donnés.

Nous espérons avoir fait comprendre le parti pratique qu'on peut tirer de cette manière d'employer la règle de Kelvin. A la condition de faire convenablement le choix des coefficients, l'hyperbole type et le coefficient $\beta$ viennent compléter la formule 30. Car, ce qui importe dans les applications, ce n'est pas la section théorique elle-même, mais bien de savoir dans quelle proportion les charges financières s'accroissent quand on s'en écarte. Et, à cet égard, la méthode que nous avons exposée donne toute satisfaction.

On en trouvera l'emploi dans la détermination des feeders ou canalisations principales, généralement les plus importantes.

*(A suivre).* Ch. VALLET.

# Jurisprudence.

*L'emploi, par un abonné à la force motrice, du courant vendu au tarif-force, à l'usage de son éclairage, constitue-t-il une escroquerie?*

Nous avons parlé, à plusieurs reprises, des vols d'électricité; c'est un sujet qui restera toujours à l'ordre du jour, les abonnés ne manquant jamais d'ingéniosité pour s'offrir du courant sans le payer, quand ils le peuvent. Le cas dont nous voulons entretenir aujourd'hui les lecteurs de l'*Electricien* est un peu différent : il s'agit de l'emploi, à l'usage de l'éclairage, du courant fourni au compteur pour la force motrice. C'est un genre de fraude assez fréquent, mais qui ne constitue pas un vol, puisque le courant est enregistré par le compteur et payé d'après les indications de ce dernier.

Ce genre de fraude peut-il être considéré comme un délit? Nous venons de dire qu'il ne constituait pas un vol. Mais on s'est demandé s'il ne présentait pas le caractère d'une escroquerie. Sans doute, il peut sembler bizarre, au premier abord, que le fait d'user, pour l'éclairage, du courant vendu à un tarif réduit pour la force motrice puisse être qualifié d'escroquerie; cependant, on arrive à trouver, dans un tel fait, les éléments de ce délit par le raisonnement suivant :

On sait qu'aux termes de l'article 405 du Code pénal, commet une escroquerie celui qui, par l'emploi de manœuvres frauduleuses ayant pour but de persuader l'existence de fausses entreprises, d'un pouvoir ou d'un crédit imaginaire, ou pour faire naître l'espérance ou la crainte d'un succès, d'un accident ou de tout autre événement chimérique, se sera fait remettre ou délivrer, ou aura tenté de se faire remettre ou délivrer

des fonds, des meubles ou des obligations, dispositions, billets, promesses, *quittances* ou décharges.

Or, l'abonné qui fait croire à la Compagnie d'électricité que tout le courant enregistré par un compteur spécial à la force motrice, et dont, par un dispositif frauduleux, il se sert en partie pour son éclairage, est du courant employé uniquement pour la force, et se fait délivrer des quittances libératoires pour des quantités d'électricité facturées en totalité au prix du courant à l'usage de la force motrice, prive, par ce moyen, la Compagnie des sommes représentant la différence du tarif de l'éclairage et du tarif inférieur de la force motrice, pour tout le courant employé à son insu à l'usage de l'éclairage; il peut donc être considéré comme s'étant rendu coupable d'escroquerie en ce qu'il a obtenu ces quittances libératoires en persuadant la Compagnie, en ce qui concerne les quantités de courant spécialement employées à l'éclairage, de l'existence d'une fausse entreprise de force motrice.

Tel est le raisonnement : il peut paraître spécieux, mais il n'en est pas moins parfaitement juridique.

Du moins en a jugé ainsi un arrêt de la Cour d'appel de Paris, en date du 13 octobre 1910, confirmant un jugement de la 8e Chambre du tribunal correctionnel de la Seine, intervenu sur la poursuite exercée par le parquet, saisi d'une plainte de la Compagnie d'électricité de l'Ouest parisien contre un de ses abonnés s'étant rendu coupable du genre de fraude que nous venons d'indiquer.

Le tribunal correctionnel avait rendu le jugement suivant :

Le Tribunal :

Reçoit la Compagnie d'électricité de l'Ouest parisien intervenant comme partie civile dans la poursuite exercée à la requête du Ministère public contre R... prévenu d'escroquerie. Joint ladite intervention à la cause principale et statuant sur le tout par un seul et même jugement.

Attendu qu'il résulte des documents de la cause et des débats que depuis moins de trois ans à Puteaux (Seine), R..., qui était abonné pour sa force motrice à la Compagnie d'électricité de l'Ouest parisien, installait, au moyen d'un branchement sur le compteur, des lampes balladeuses destinées à l'éclairage de son atelier et de son logement; qu'en ne prévenant pas la Compagnie de cette installation, R... n'ignorait pas qu'il lui causait un préjudice, puisque le prix de l'hectowatt est de 0,04 fr pour la force motrice et de 0,08 fr pour l'éclairage : qu'il réussit, grâce à ces manœuvres frauduleuses, à tromper la Compagnie qui lui faisait payer à raison de 0,04 fr l'hectowatt l'électricité qu'il consommait, alors qu'en réalité une partie eût dû lui être facturée à raison de 0,08 fr; qu'il s'est fait remettre par cette dernière des quittances libératrices moyennant le paiement de factures erronées; qu'ainsi en employant des manœuvres frauduleuses pour persuader l'existence d'un crédit imaginaire, R... s'est fait remettre des quittances par la Compagnie d'électricité de l'Ouest parisien et ainsi escroqué partie de la fortune d'autrui, délit prévu et puni par l'article 405 du Code pénal; faisant application de cet article :

Condamne R... à quatre mois d'emprisonnement, à 25 fr d'amende; et attendu que le susmommé n'a jamais été condamné et que de bons renseignements ont été recueillis sur son compte, qu'il y a lieu de le faire bénéficier des dispositions de l'article 1er de la loi du 26 mars 1891; faisant application de ces dispositions dont lecture a été donnée par le Président; dit qu'il sera sursis à la peine d'emprisonnement ci-dessus prononcée contre R...

Et statuant sur les conclusions de la partie civile.

Attendu que par suite de ces faits ci-dessus relatés, la demanderesse a éprouvé un préjudice dont il lui est dû réparation et pour l'appréciation duquel le tribunal a des éléments suffisants :

Par ces motifs :

Condamne R... à payer à la Compagnie d'électricité de l'Ouest parisien la somme de 100 fr à titre de dommages-intérêts. Autorise en outre l'insertion du présent jugement dans deux journaux, etc.

La Cour d'appel de Paris, par un premier arrêt rendu par défaut le 7 avril 1910, et un second arrêt, rendu sur l'opposition du prévenu, le 13 octobre suivant, a confirmé le jugement ci-dessus par adoption de motifs.

Un arrêt de la Cour de Paris, en matière de jurisprudence correctionnelle, constitue une autorité. Sans doute une autre compagnie d'électricité, la Société d'éclairage du bassin houiller de Mons, concessionnaire du service de l'éclairage au gaz et à l'électricité de la ville de Tulle, en a-t-elle jugé ainsi, puisque, se basant sur cette jurisprudence, elle n'a pas craint de poursuivre un imprimeur, directeur d'un journal local, pour escroquerie, parce qu'il s'était servi, pour son éclairage, du courant qu'elle lui vendait pour la force motrice.

Mais cette poursuite ne donna pas à la Compagnie le résultat qu'elle en attendait. En effet, le Tribunal correctionnel, sans contester, il est vrai, que le fait reproché par la Compagnie à l'imprimeur, eût pu constituer le délit d'escroquerie, s'il avait été commis de mauvaise foi, crut pouvoir admettre la bonne foi du prévenu et l'acquitta à raison de l'insuffisance de l'intention frauduleuse, élément essentiel du délit relevé contre lui.

La Compagnie, qui s'était portée partie civile, et le Ministère public firent appel de ce jugement devant la Cour d'appel de Limoges. Celle-ci, sans admettre la bonne foi du prévenu, maintint l'acquittement par un arrêt du 14 décembre 1911, dont voici les motifs :

La Cour :

Attendu qu'il est demandé contre C... application de l'article 405 du Code pénal, pour avoir, étant abonné pour la force motrice à la Société d'électricité de Tulle, branché sur le courant de l'énergie électrique constituant cette force, des fils mettant en action des lampes éclairant ses ateliers; pour avoir, par ce moyen frauduleux, trompé la Société et s'être fait facturer au prix de 0,40 fr. le kilowatt (prix de la force motrice), l'énergie électrique employée à l'éclairage, alors qu'aux termes des conventions il devait la payer 0,70 fr, et pour avoir, par suite, obtenu des quittances libératoires moyennant le paiement de factures rendues inexactes par le procédé décrit;

Attendu en conséquence que, d'après la prévention, C..., en employant des manœuvres frauduleuses pour persuader l'existence d'un crédit imaginaire, aurait obtenu de la Société d'électricité de Tulle, des quittances ou décharges et ainsi escroqué partie de la fortune de ladite Société.

Attendu que des termes mêmes de l'article 405 du Code pénal, il résulte qu'il ne suffit pas qu'il y ait eu emploi de manœuvres frauduleuses pour persuader l'existence d'un pouvoir ou d'un crédit imaginaire pour faire naître l'espérance ou la crainte d'un succès, d'un accident ou de tout autre événement chimérique, et remise, à la suite de ces manœuvres, de quittances ou décharges, mais qu'il est, en outre, nécessaire que ces manœuvres, trompant la personne à laquelle elles s'adressaient, aient déterminé la remise des quittances ou décharges; qu'il importe donc de rechercher si, dans l'espèce, les manœuvres imputées à C... et qualifiées de frauduleuses par la prévention, ont été la cause déterminante de la remise des quittances par Menier, représentant de la Société;

Attendu que l'information et les débats ont fait une lumière complète sur ce point; que toutes les circonstances de la cause, notamment le désabonnement de C .. au gaz dont Menier était le directeur, pour remplacer ce mode d'éclairage par l'électricité dans ses ateliers, et le nombre de lampes installées dans ses locaux, comparé à la faible consommation accusée par le compteur de l'éclairage démontrent que Menier n'ignorait pas les pratiques auxquelles recourait C .. pour se procurer de la lumière à bon marché; qu'en outre, alors que Menier a toujours affirmé qu'il n'avait jamais autorisé C... à procéder ainsi qu'il l'a fait, le même témoin a cependant déclaré qu'il se doutait de la fraude par lui reprochée à C... et que s'il avait néanmoins donné les quittances mensuelles, c'était qu'il craignait de ne pouvoir faire la preuve de cette fraude et qu'il redoutait les ennuis qui auraient pu résulter pour lui d'une vérification restée infructueuse, et aussi une campagne de presse;

... Qu'il résulte de tous ces faits que, sans qu'il soit possible d'affirmer, d'une manière certaine, les raisons qui ont déterminé Menier à garder le silence et qui n'existaient plus, sans doute, lorsqu'il a déposé sa plainte, il est certain du moins que le motif qui l'a déterminé à délivrer les quittances, est autre que l'emploi par C..., des procédés incriminés;

Attendu que dans ces conditions, Menier ou la Société qu'il représentait, n'a pas été trompée par les prétendues manœuvres frauduleuses de C...; qu'elle a agi en pleine liberté et connaissance de cause; qu'il manque donc au procès l'un des éléments nécessaires pour constituer le délit d'escroquerie: qu'il serait, par suite, inutile de rechercher si C... a été, comme il le soutient, de bonne foi, et qu'il y a lieu, en l'absence de délit caractérisé, de confirmer le jugement acquittant C... et de rejeter les conclusions de la partie civile, la juridiction correctionnelle étant incompétente pour statuer sur les intérêts de la partie civile, si elle ne retient ni délit ni contravention à la charge du prévenu;

Par ces motifs,

La Cour, statuant sur l'appel émis, tant par le ministère public que par la partie civile, du jugement rendu le 23 octobre 1911, par le tribunal correctionnel de Tulle, sans s'arrêter ni avoir égard aux réquisitions de M. le procureur général, non plus qu'aux conclusions de la partie civile qui en est déboutée, dit qu'il a été bien jugé par ledit jugement, met les appels à néant; ordonne que ce dont cet appel sortira son plein et entier effet, et condamne la partie civile aux nouveaux dépens tant envers le prévenu qu'envers l'Etat.

Au point de vue du droit, l'arrêt de la Cour de Limoges, ne conteste pas que le fait de l'usage pour l'éclairage du courant vendu pour la force motrice pourrait constituer une escroquerie, s'il avait été commis à l'insu de la Compagnie fournissant le courant. Mais il acquitte le prévenu sous prétexte que la Compagnie se doutait de la fraude, du moins depuis un certain temps, quand elle avait déposé sa plainte, et qu'en conséquence c'était en connaissance de cause qu'elle avait remis à l'imprimeur les quittances libératoires des consommations uniquement enregistrées pour la force motrice.

Ces motifs sont, en droit, extrêmement contestables. Si la Compagnie, en ce qui concernait les dernières quittances avait pu les délivrer à l'imprimeur, bien que se doutant de la fraude qu'il commettait, il n'en était pas moins vrai que, dans le début, ignorant cette fraude, elle avait acquitté les factures qu'elle présentait pour la force motrice, sans se douter que son abonné avait usé pour son éclairage d'une partie du courant enregistré comme courant-force. Il y avait donc, de toutes façons, un fait initial constituant l'escroquerie et la Compagnie, tant que ce fait n'était pas couvert par la prescription de trois ans, était libre de choisir le moment lui paraissant le plus favorable pour déposer sa plainte, tout en continuant à délivrer les quittances pour ne pas éveiller l'attention du coupable et mieux le prendre sur le fait.

Du reste, si le fait initial constituait certainement une escroquerie, la continuation de ce même fait, même alors que la Compagnie se doutait qu'elle était trompée, devait être considérée tout au moins comme une tentative d'escroquerie. La Cour de Limoges a paru ignorer que l'article 405 du Code pénal prévoyait la répression de la tentative d'escroquerie, aussi bien que de l'escroquerie elle-même. Or, il faut observer que si une tentative d'escroquerie

échoue par suite de circonstances indépendantes de la volonté de son auteur, c'est parce que, le plus généralement, la personne qu'il voulait escroquer s'est doutée de ses mauvaises intentions et a feint de les ignorer pour mieux le faire prendre, comme on dit vulgairement, « la main dans le sac ». Journellement, peut-on dire, les tribunaux correctionnels prononcent des condamnations pour des tentatives d'escroquerie poursuivies contre des individus ayant eu la mauvaise chance de tomber sur des gens qui ont été assez malins pour ne pas se laisser prendre.

La Cour de Limoges a fait surtout preuve, dans cette affaire, d'indulgence à l'égard du prévenu, mais il s'est trouvé que la Cour de cassation, saisie d'un pourvoi de la Compagnie d'électricité a considéré les motifs d'acquittement consignés par la Cour de Limoges, dans son arrêt, comme insuffisants et a cassé sa décision par un arrêt de la Chambre criminelle du 27 juillet 1912.

Nous ne manquerons pas de rendre compte de cet arrêt aux lecteurs de l'*Électricien*, car il intéressera certainement tous les entrepreneurs de distribution d'électricité fournissant du courant pour l'éclairage et du courant pour la force motrice, avec un tarif inférieur pour ce dernier.

Ch. Sirey,
Avocat à la Cour de Paris.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ACCUMULATEURS

### Un petit accumulateur portatif.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que la maison Gottfried Hagen, de Kalk près Cologne, vient de mettre sur le marché un nouveau type de petit accumulateur au plomb portatif, dit « K.-A.-W. Permanent », qui présente les particularités suivantes :

Il peut demeurer chargé durant environ une année sans s'avarier; il peut en outre être déchargé même de façon continue, jusqu'à 1,8 volt, sans chute de tension appréciable. Sa capacité est de 60 ampères-heure en cas de décharge ininterrompue au régime de 0,5 ampère; elle est sensiblement plus élevée en cas de décharge intermittente. L'élément mesure 90 × 90 × 210 mm avec ses pôles; il pèse, sans l'acide, 2,4 kg. — G.

## CANALISATIONS

### Phénomènes atmosphériques sur les lignes électriques aériennes.

M G. V. Adendorff a récemment présenté à l'Association sud-africaine des ingénieurs-électriciens, une intéressante étude des phénomènes atmosphériques qui se manifestent sur les lignes électriques aériennes. Nous détachons de cette étude les quelques détails ci-après :

Les phénomènes à examiner sont les effets de la température, de l'altitude, de la pluie, de la neige et de la grêle, du vent, de la poussière, de l'électricité atmosphérique et des tempêtes.

On sait aujourd'hui que les brusques variations de température qui se manifestent au lever et au coucher du soleil, sont accompagnées de décharges statiques, plus ou moins accentuées selon la rapidité et l'importance de ces variations.

Un conducteur placé dans l'atmosphère à différentes altitudes se trouve soumis à des décharges statiques plus ou moins importantes, selon la différence de niveau entre les points les plus élevés et les plus bas.

Les deux catégories précitées de phénomènes se rattachent probablement à l'état électrique de l'atmosphère.

La pluie, la neige et la grêle, possédant une charge statique, électrisent les conducteurs à proximité de leur passage.

Le choc du vent provoque sur les fils aériens, soit directement, soit indirectement, au moyen de la poussière, des décharges statiques qui peuvent être considérables; c'est là un phénomène bien connu des ouvriers des lignes, lesquels n'oublient pas de relier à la terre les canalisations sur lesquelles ils travaillent.

Les phénomènes les plus importants proviennent de l'électrisation atmosphérique. On sait aujourd'hui que, quand le temps est beau, l'atmosphère se trouve toujours à un potentiel supérieur à celui de la terre et que ce potentiel augmente avec la hauteur; l'accroissement de tension est ordinairement de 120 à 150 volts par mètre, mais il peut s'élever fréquemment à 300 et même 400 volts; par les temps de pluie, le potentiel est négatif et se trouve soumis à de grandes et brusques variations; l'électrisation dépend de l'état atmosphérique et varie avec les heures du jour, avec les saisons, etc., elle est plus intense en hiver qu'en été.

On suppose généralement que l'électrisation

atmosphérique dépend de l'évaporation de l'eau, mais les expériences jusqu'ici effectuées n'ont pas pleinement confirmé cette hypothèse. — G.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Transport à distance de l'énergie électrique, sous 150 000 volts.

Suivant l'*Electrical Review and Western Electrician* de Chicago, la Compagnie « Pacific Light and Power » de Los Angeles (Californie) construit actuellement une nouvelle station hydraulico-électrique à Big Creek, à environ 96 km de Fresno. La ligne de transport jusqu'à Los Angeles mesurera 344 km de longueur: la tension de régime variera entre 150 000 et 175 000 volts. Certains ingénieurs de la côte du Pacifique affirment que les conditions climatériques, en Californie, sont si favorables que l'on pourra élever la tension, sur les lignes de transport à venir, jusqu'à 200 000 et même 250 000 volts. — G.

## LAMPES

### Les lampes électriques aux Etats-Unis.

Le *Times Engineering Supplement* donne l'extrait suivant du rapport présenté récemment à l'Association nationale des Etats-Unis de l'éclairage électrique par sa commission des lampes.

En 1911, la vente totale des lampes d'intérieur des différents types s'est élevée à environ 89 millions d'unités, soit une augmentation de 33,3 0/0 depuis 1907, et une augmentation de 20 0/0 sur 1909, de 12,4 0/0 sur 1910, de 8,45 0/0 sur 1911. Le tableau ci-après indique le pourcentage de vente des différents types pour chacune des années de 1907 à 1908.

| | 1907 °/o | 1908 °/o | 1909 °/o | 1910 °/o | 1911 °/o |
|---|---|---|---|---|---|
| Charbon | 93,27 | 84,12 | 68,98 | 63,08 | 52,90 |
| Gem | 5,88 | 8,58 | 15,07 | 14,88 | 19,00 |
| Tantale | 0,75 | 1,78 | 2,12 | 3,57 | 2,74 |
| Tungstène | 0,10 | 5,52 | 13,83 | 18,47 | 25,36 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Ainsi la proportion des lampes à charbon est tombée de 93 0/0 en 1907 à 53 0/0 en 1911, alors que les ventes de la lampe à filament Gem se sont accrues de 5,88 0/0 en 1907 à 19 0/0 en 1911 et que les lampes au tungstène, qui ne représentaient qu'une proportion insignifiante en 1907, ont dépassé 25 0/0 des ventes de 1911. On peut prévoir une utilisation, toujours plus étendue dans l'avenir, des lampes Gem et au tungstène, ainsi que la disparition progressive de la lampe au charbon.

Le même rapport signale une innovation survenue dans l'évaluation de la puissance des lampes. On énonce aujourd'hui, d'ordinaire, cette puissance en watts et non plus en bougies. La nouvelle évaluation, d'abord adoptée pour les lampes Gem, puis étendue aux lampes au tantale, s'emploie également pour les lampes au tungstène. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Production mondiale du platine.

Suivant l'*Electrical World*, la production du platine, par le monde entier, s'est élevée en 1911 à 9776 kg contre 8925 kg en 1910.

Tout le platine tiré en 1911 des mines des Etats-Unis — soit 19,5 kg évalués à 94 500 fr — provient de Californie et de l'Orégon. M. Waldemar Lindgren évalue le platine importé aux Etats-Unis pour la consommation en 1911, y compris les minerais et les produits manufacturés, à 24 304 000 fr, soit une augmentation de 6 305 000 fr sur 1910. D'autre part, l'exportation du même métal hors des Etats-Unis n'a représenté qu'une valeur de 42 300 fr. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Amortissement des bruits étrangers sur les conducteurs téléphoniques.

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, un ingénieur suédois, M. Saxenberg, a imaginé un appareil très simple, que construit la société *Allmænna Svenska Elektriska* de Stockholm et qui est destiné à supprimer ou tout au moins à atténuer les bourdonnements ou autres bruits qui sont étrangers aux conversations téléphoniques et qui rendent souvent ces dernières presque impossibles. Cet appareil consiste en une sorte

de résistance variable qui supprime les courants induits. La résistance en question est formée de deux colonnes d'eau reliées ensemble et mises, à une extrémité, à la terre; l'autre extrémité se trouve rattachée aux conducteurs téléphoniques. Aux deux extrémités de la ligne téléphonique, on installe un appareil de ce genre qui est facilement accessible à l'abonné. L'abonné n'a qu'à déplacer l'une ou l'autre électrode en l'abaissant ou en la relevant pour amener le bourdonnement à disparaître.

L'appareil dont il s'agit, étant donné qu'il constitue une résistance non inductive, transmet à la terre toutes les charges électrostatiques ou courants d'induction, lesquels s'écoulent à la terre plus facilement par le susdit appareil que par le circuit inductif du récepteur téléphonique. Le même appareil fournit en outre une protection excellente contre les décharges atmosphériques. Comme la charge et l'induction des conducteurs téléphoniques changent avec l'état de l'atmosphère, un réglage fréquent est nécessaire. L'appareil ci-dessus a été essayé sur la ligne téléphonique Westeraas-Traangfors que les bruits étrangers divers rendaient presque inutilisable; il y a donné des résultats surprenants. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Cabines téléphoniques publiques dans les rues et sur les places de Berlin.

L'*Elektrotechnische Zeitschrift* annonce que la Chambre de commerce de Berlin vient de solliciter l'installation, dans les rues et sur les places de la capitale, de cabines téléphoniques à partir desquelles le public pourrait commander des voitures et effectuer ses communications urgentes. L'administration des Postes se montre disposée à accueillir cette proposition, bien qu'elle ait récemment augmenté, dans une mesure appréciable, les téléphones mis à la disposition du public berlinois dans les gares, dans les bureaux de poste et dans les kiosques de journaux. Toutefois, la municipalité ne semble pas prête à renoncer au paiement d'une redevance sur les installations demandées. — G.

### Un dispositif téléphonique destiné à faire gagner du temps.

Nous lisons dans l'*Electrical Review* que M. H. Waymonth Prance, de Dudley House, Southampton Street, Strand, Londres, vient d'imaginer un dispositif qui permet de mettre à profit le temps que l'on gaspille d'ordinaire en « restant à l'appareil ». Le dispositif en question consiste essentiellement en une trompette amplifiant le son, laquelle a reçu une forme aplatie et ressemble à certains types de cornes pour automobiles; derrière cette trompette, on a aménagé une planchette destinée à porter le récepteur téléphonique. Quand il reçoit ou émet un appel par téléphone et qu'il est invité à rester un instant à l'appareil; l'abonné, au lieu de le conserver à son oreille, pose simplement, sur la planchette du nouveau dispositif, son récepteur, lequel glisse automatiquement dans la position convenable, où le pavillon vient s'appliquer contre la petite extrémité de la trompette. Dès lors l'abonné peut vaquer à ses occupations normales jusqu'à ce que les sons, provenant de la trompette, l'avertissent que son correspondant parle à l'autre bout de la ligne. L'abonné peut converser soit en utilisant la trompette, ce qui lui laisse l'usage de ses deux mains pour chercher des références, pour prendre copie de la communication, etc., soit en relevant et portant le récepteur à son oreille. L'abonné peut même s'éloigner quelque peu du téléphone sans cesser d'entendre lorsque son correspondant parle. — G.

## TRACTION

### La traction électrique sur le chemin de fer allemand Dessau-Bitterfeld.

En 1911, la traction électrique a été introduite en Allemagne à titre d'essai, comme se le rappellent nos lecteurs, sur la section Dessau Bitterfeld des chemins de fer de l'Etat. Au bout de la première année d'exploitation électrique, la Direction compétente a adressé au Ministre des travaux publics, un rapport spécial dont l'*Elektrotechnische Anzeiger* donne l'analyse ci-après :

On n'a à signaler que très peu de perturbations du trafic, de retards des trains, etc., dus au caractère propre du service électrique. La station centrale de Muldenstein a fonctionné d'une façon irréprochable. La canalisation aérienne n'a occasionné aucune difficulté dans l'exploitation et aucun incident appréciable. Un fait qui mérite d'être noté, c'est qu'on n'a pas eu, durant la première année d'essais, une seule rupture d'isolateur. Les petites avaries survenues jusqu'ici à la canalisation aérienne, lesquelles, pour la plupart, n'ont pas entravé l'exécution du service, ont été presque toutes provoquées par des défectuosités existant sur les prises de courant de nouvelles locomotives. Il a suffi de faire disparaître ces défectuosités. Ce n'est que sur les transformateurs de quelques locomotives que des améliorations se sont révélées comme nécessaires; les dérangements présentés par ces transformateurs étaient uniquement imputables à des défauts de construction. C'est qu'en effet il faut donner aux transformateurs utilisés une résistance mécanique suffisante pour qu'ils puissent supporter les ébranlements inévitables sur une voie ferrée. Les

dérangements en question se sont manifestés, dans tous les cas, très peu de temps après la mise en service; ils ont pu être rapidement et définitivement éliminés. Les agents employés dans les différents services que comporte la traction des trains se sont acquittés de leurs fonctions, en partie complètement nouvelles, avec un grand zèle et avec intelligence. Les conducteurs de locomotives, en particulier, manifestent un vif intérêt pour les dispositifs, la conduite et l'entretien des locomotives électriques; ils se montrent très satisfaits de leur nouveau travail, qu'ils trouvent agréable. Ils se sont rapidement accoutumés au nouvel aspect donné à la ligne par la canalisation électrique, bien qu'au début ils aient dû faire des efforts d'attention pour interpréter les signaux. D'autre part, les mêmes mécaniciens reconnaissent qu'ils ont maintenant, sur les locomotives électriques, une vue complète de la ligne dont ils ne bénéficiaient pas avec les locomotives à vapeur et qu'ils disposent de machines se prêtant mieux aux besoins de la traction. Les installations électriques de la ligne Magdebourg Dessau-Bitterfeld-Leipzig-Halle entraîneraient une dépense d'environ 31 250 000 fr, dont 24 375 000 fr pour la production du courant nécessaire et les canalisations et 6 875 000 fr pour la construction de locomotives. — G.

### La traction électrique sur les chemins de fer secondaires de Belgique.

Suivant le *Times Engineering Supplement*, le réseau des lignes secondaires belges appartenant à la Société nationale des chemins de fer vicinaux présentait au 31 décembre 1911, un développement de 4000 km en exploitation, plus 750 km en construction. Les lignes concédées sont au nombre de 177, dont 155 en exploitation, 152 des mêmes lignes assurent le transport des voyageurs et des marchandises en correspondance avec le réseau de plein exercice de l'État belge. On emploie actuellement la traction électrique sur 360 km des lignes secondaires précitées. Le matériel roulant comprend 423 automotrices électriques, 431 voitures d'attelage et 7 fourgons automoteurs, sans parler du matériel affecté à la traction à vapeur. Le nombre des voyageurs, sur le réseau secondaire, s'est élevé, en 1911, à 87 600 000 unités. — G.

### Électrification des chemins de fer italiens.

Le *Times Engineering Supplement* nous apprend que l'Administration des chemins de fer de l'État italien étudie en ce moment un projet d'électrification d'une grande partie de son réseau et qu'elle se propose de doter de la traction électrique, pour débuter, la ligne de Rome à Ancône, qui mesure un développement total de 190 km. On songe à utiliser, à cet effet, l'énergie des chutes de Terni et de Fabriano. Si cette première expérience donne les résultats escomptés, on électrifiera successivement l'ensemble du réseau. — G.

### Voitures d'attelage sur les tramways électriques.

M. A.-L.-C. Fell, directeur du service des tramways du comté de Londres, lisons-nous dans l'*Electrician*, s'est livré à une enquête pour déterminer dans quelle mesure les réseaux de tramways électriques des grandes villes utilisent des voitures d'attelage. D'après cette enquête, les voitures d'attelage, présentement en service, sont au nombre de : 1419 à Vienne, 1246 à Berlin, 702 à Paris, 651 à Hambourg, 445 à Marseille, 350 à Cologne, 241 à Milan, 240 à Amsterdam, 216, à Copenhague, 170 à Pittsburg, 168 à Toronto, 110 à Bordeaux et 74 à Sydney, soit, pour les 13 villes précitées, un total de 6032 unités. Le plus grand nombre de ces voitures, remorquées par une seule automotrice, est de 3 unités à Bruxelles et à Marseille. La plus grande longueur des trains ainsi formés est de 59 m sur la ligne Cologne-Bonn, ensuite viennent des longueurs de 39,5 m à Sydney, de 37 m à Paris, de 30,5 m à Vienne. La vitesse de marche la plus grande réalisée est de 35 km à l'heure à Marseille et à Milan; ensuite, on trouve 32 km à l'heure à Sydney, 30 km à l'heure à Vienne et à Hambourg et 29 km à Amsterdam. Les tramways les plus lents sont ceux de Bordeaux : ils ne parcourent que 20 km à l'heure. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Une station centrale hydraulico-électrique au Pérou

Le *Times Engineering Supplement* annonce que l'entreprise péruvienne dite *Empreza de Luz y Fuerza Electrica* vient de commander aux ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est de Jeumont (Belgique) le matériel d'une station centrale complète destinée à utiliser l'énergie hydraulique de la rivière Chimbo.

Cette station doit être édifiée à proximité du village de Bucay, sur le Chimbo, à environ 90 km de Guayaquil. Le matériel hydraulique comprendra trois turbines Francis chacune de 1000 ch, fonctionnant sous une chute utile de 60 m à une vitesse angulaire de 504 tours par minute et accouplées directement à des alternateurs triphasés de 500 kw. Ce courant, produit à la tension de 500 volts et à la fréquence de 42 périodes, aura sa tension élevée à 40 000 volts.

La ligne de transmission, d'une longueur de 85 km, doit être placée sur des pylônes en treillis d'acier; elle se composera de six fils de cuivre disposés en deux groupes comportant chacun trois conducteurs et disposés sur chaque côté

des supports; chaque groupe constituera une canalisation triphasée pouvant fonctionner indépendamment de l'autre ou bien en parallèle avec cette dernière.

Le courant sous 40 000 volts sera d'abord conduit à la station de Recreo, sur la rive gauche du Rio Cuyas, en face du port de Guyaquil, où le cours d'eau présente une largeur de près de 2 km. Dans cette station, il aura sa tension abaissée à 5000 volts. Pour le transporter sur la rive opposée, on utilisera des câbles immergés, dans l'estuaire du Rio Cuyas, sur une longueur de 1900 m. Ces câbles auront un diamètre extérieur de 75 mm et pèseront 30 tonnes; un poids aussi élevé a rendu impossible leur construction en une seule longueur : aussi chaque canalisation sera partagée en six sections rattachées par un joint étanche spécial.

Sur la rive droite du cours d'eau, le courant sera recueilli par des câbles souterrains d'environ 1 km de longueur et amené à une sous-station qui le distribuera pour la force motrice et l'éclairage. Cette sous-station recevra trois moteurs-générateurs de 800 ch chacun, fonctionnant à la vitesse angulaire de 630 tours par minute. Chaque moteur-générateur comprendra un moteur à induction couplé directement d'un côté à une dynamo à courant continu de 550 volts et, de l'autre côté, à un alternateur compound monophasé de 3200 volts du système Latour.

On estime que l'installation complète reviendra à près de 1 500 000 fr. — G.

# Nouvelles

## Installations en projet.

Auvillar (Tarn-et-Garonne). — Le Conseil municipal a nommé une commission chargée d'étudier le projet d'une distribution d'énergie électrique présenté par M. Noailles. (Chef-lieu de canton de 1076 habitants de l'arrondissement de Moissac.)

Auxerre (Yonne). — Le Conseil général vient d'adopter les avant-projets de six lignes composant le réseau des chemins de fer électriques du département.

Beaucaire (Gard). — Le Conseil municipal a autorisé le maire à traiter avec MM. Arnaud et Thibaut, de Marseille, pour l'éclairage au gaz et la fourniture d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 8764 habitants de l'arrondissement de Nîmes.)

Beauregard (Ain). — La concession de l'éclairage électrique vient d'être accordée. (Commune de 285 habitants du canton et de l'arrondissement de Trévoux.)

Bessey-lès-Citeaux (Côte-d'Or). — Cette localité va être éclairée électriquement par les soins de l'usine Vougeot. (Commune de 446 habitants, canton de Genlis, arrondissement de Dijon.)

Bussière Poitevine (Haute-Vienne). — La municipalité vient d'autoriser le maire à traiter avec la compagnie des tramways départementaux pour l'éclairage de cette localité. (Commune de 2351 habitants du canton de Mézières-sur-Issoire, arrondissement de Bellac.)

Caderousse (Vaucluse). — Le Conseil municipal est appelé à statuer sur l'approbation d'une convention passée avec la Société le Sud électrique pour la fourniture d'énergie électrique. (Commune de 2599 habitants du canton et de l'arrondissement d'Orange.)

Cahors (Lot). — Le Conseil général a étudié le projet d'utilisation du cours de la Cère pour produire de l'énergie électrique nécessaire pour l'alimentation du réseau de tramways et pour l'industrie privée. Le Conseil général se préoccupe d'acquérir les droits de priorité sur les chutes de la Cère. (Chef-lieu du département de 13 202 habitants.)

Cases-de-Pène (Pyrénées-Orientales). — Cette localité va être prochainement dotée d'une distribution publique d'énergie électrique. Les travaux d'installation sont actuellement en cours. (Commune de 577 habitants du canton de Rivesaltes, arrondissement de Perpignan.)

Cette (Hérault). — Le Conseil municipal a voté la mise à l'enquête du projet de distribution d'énergie électrique présenté par la Compagnie du gaz. (Chef-lieu de canton de 33 892 habitants de l'arrondissement de Montpellier.)

Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire). — La Compagnie du gaz vient d'être autorisée à installer des canalisations électriques pour une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu du département de 29 951 habitants.)

Chasselay (Rhône). — Le Conseil municipal va intervenir auprès de la Compagnie du gaz et électricité de Lyon pour l'engager à étendre son réseau dans les principaux hameaux de la commune dès qu'un certain nombre de propriétaires auront souscrit des abonnements. (Commune de 1190 habitants du canton de Limonest, arrondissement de Lyon.)

Cocumont (Lot-et-Garonne). — La Compagnie d'énergie électrique du Sud-Ouest vient de demander la concession de l'éclairage électrique dans cette localité. (Commune de 1400 habitants du canton de Meilhan, arrondissement de Marmande.)

Cozes (Charente-Inférieure). — Une distribu-

tion d'énergie électrique pour tous usages vient d'être installée par la Compagnie concessionnaire de l'éclairage électrique de Saint-Georges de Didonne. (Chef-lieu de canton de 1552 habitants de l'arrondissement de Saintes.)

La Cula (Loire). — Le Conseil municipal vient d'adopter le projet d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 392 habitants du canton de Rive-de-Gier, arrondissement de Saint-Etienne.)

Dijon (Côte-d'Or). — Le Conseil général vient d'autoriser la Compagnie Westinghouse à expérimenter un système d'automotrice pétroléo-électrique sur l'une des lignes du réseau de la Côte-d'Or.

Donzère (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Commune de 1506 habitants du canton de Pierrelatte, arrondissement de Montélimar.)

Eguilles (Bouches-du Rhône). — La Société l'Energie du littoral méditerranéen va installer dans cette localité un poste de sectionnement pour les lignes à haute tension venant de l'usine de le Brillanne et se dirigeant vers Arles, les Pennes et Allauch. (Commune de 881 habitants du canton Sud et de l'arrondissement d'Aix.)

Equerdreville (Manche). — La municipalité vient d'autoriser le maire à traiter avec la Société Gaz et Eaux pour l'installation de l'éclairage électrique. (Commune de 6945 habitants du canton d'Octeville, arrondissement de Cherbourg.)

Flogny (Yonne). — Le projet d'installation de l'éclairage électrique vient d'être mis à l'enquête. (Chef-lieu de canton de 492 habitants de l'arrondissement de Tonnerre).

Foix (Ariège). — Le Conseil municipal vient de nommer une commission extra-municipale pour l'étude du projet d'éclairage électrique et pour décider si la ville doit avoir recours à une adjudication ou bien municipaliser le service de distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu du département de 6750 habitants).

Fourmies (Nord). — Le projet de distribution d'énergie électrique vient d'être mis à l'enquête. (Commune de 13 876 habitants du canton de Trélon, arrondissement d'Avesnes.)

Glageon (Nord). — Une commission vient d'être nommée par le Conseil municipal pour l'étude d'un projet de distribution d'énergie électrique. (Commune de 2989 habitants du canton de Trélon, arrondissement d'Avesnes.)

Grézels (Lot). — La municipalité est en pourparlers avec l'usine électrique de Prayssac pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 462 habitants du canton de Puy-l'Evêque, arrondissement de Cahors.)

Grignan (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 1466 habitants de l'arrondissement de Montélimar.)

Guitalens (Tarn). — Le projet de concession d'une distribution publique d'énergie électrique vient d'être mis à l'enquête. (Commune de 438 habitants du canton de Vielmur, arrondissement de Castres.)

Le Haillan (Gironde). — La concession de l'éclairage électrique a été accordée à la Société d'électricité de Taillan. (Commune de 1093 habitants du canton de Blanquefort, arrondissement de Bordeaux.

Harfleur (Seine-Inférieure). — La concession de l'éclairage électrique venant d'être demandée, le Conseil municipal n'accepte qu'en principe ce mode d'éclairage, la ville étant liée avec la Compagnie du gaz jusqu'en 1917. La question a été mise à l'étude. (Commune de 3118 habitants, du canton de Montivilliers, arrondissement du Havre.)

Hautes-Rivières (Ardennes). — Cette localité va être alimentée en énergie électrique par la Société de l'Est-Lumière. (Commune de 2147 habitants du canton de Montherme, arrondissement de Mézières.)

Marchaud (Doubs). — L'usine de Moncey va alimenter d'énergie électrique cette localité. (Chef-lieu de canton de 362 habitants de l'arrondissement de Besançon).

Marolles-en-Hurepoix (Seine-et-Oise). — Le Maire est chargé d'entrer en relations avec la Compagnie d'électricité d'Etampes pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 669 habitants du canton d'Arpajon, arrondissement de Corbeil.)

Mézières (Ardennes). — Le Conseil général s'est mis d'accord avec la Compagnie des Ardennes au sujet de la construction et de l'électrification des lignes exploitées par cette compagnie.

Mézières-sous-Bellegarde (Loiret). — La municipalité vient d'approuver le cahier des charges relatif à la concession d'une distribution publique d'énergie électrique. (Commune de 432 habitants du canton de Bellegarde, arrondissement de Montargis.)

Mimet (Bouches-du-Rhône). — Cette localité va être dotée de l'éclairage électrique. (Commune de 509 habitants du canton de Gardanne, arrondissement d'Aix.)

Montbéliard (Doubs). — La concession d'un réseau de distribution publique d'énergie électrique pour tous usages, vient d'être accordée à la Société des forces motrices du Refrain. (Chef-lieu d'arrondissement de 10 455 habitants.)

Montbrison (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la Vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Commune de 362 habitants du canton de Grignan, arrondissement de Montélimar.)

Les Pennes Mirabeau (Bouches-du-Rhône). — La Société d'énergie du littoral méditerranéen va installer un nouveau poste de transformation dans cette localité. Ce poste, comme celui d'Allauch, a pour objet d'assurer l'alimentation de la ville de Marseille.

Le poste des Pennes doit comporter neuf transformateurs monophasés ayant chacun une puissance de 4000 kw. Actuellement, on installera un premier groupe de trois transformateurs et un quatrième servant de réserve.

Ces transformateurs seront alimentés par les usines de la Brillanne et de Ventavon à la tension de 45 000 volts et fourniront le courant à la tension de 13 500 volts.

Ce poste comprendra en outre un transformateur de 40 kw pour le service auxiliaire, un groupe moteur-générateur, une batterie d'accumulateurs, etc., pour le service de l'éclairage. (Commune de 2 : 17 habitants du canton de Gardanne, arrondissement d'Aix.)

Réauville (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la Vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Commune de 504 habitants du canton de Grignan, arrondissement de Montélimar.)

Rousset (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la Vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Commune de 512 habitants du canton de Grignan, arrondissement de Montélimar.)

Séclin (Nord). — La municipalité a mis à l'étude un projet de distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 6982 habitants de l'arrondissement de Lille.)

Suresnes (Seine). — La municipalité vient d'approuver le traité passé avec la Compagnie du secteur de la rive gauche de Paris pour la fourniture de l'énergie électrique. (Commune de 13 660 habitants du canton de Puteaux, arrondissement de Saint-Denis.)

Saint-Avre (Savoie). — La municipalité vient de décider l'installation de l'éclairage électrique public. (Commune de 406 habitants du canton de la Chambre, arrondissement de Saint-Jean-de-Maurienne).

Saint-Florent-sur-Cher (Cher). — La Société le *Centre électrique* a fait des propositions à la municipalité pour l'acquisition de l'usine électrique de Saint-Florent et pour de nouvelles conditions pour l'éclairage. (Commune de 4209 habitants du canton de Chârost, arrondissement de Bourges.)

Saint-Florent-Martinet (Gard). — Le Conseil municipal vient de voter l'installation de l'éclairage électrique public. (Commune de 3477 habitants du canton de Saint-Ambroix, arrondissement d'Alais.)

Saint-Jean-des-Vignes (Saône-et-Loire). — La Compagnie du gaz de Chalon-sur-Saône est autorisée à installer une canalisation de distribution d'énergie électrique. (Commune de 2023 habitants du canton Nord de Chalon-sur-Saône.)

Saint-Marc (Finistère). — La concession de la distribution d'énergie électrique a été accordée à la Compagnie d'électricité de Brest avec privilège pour l'éclairage privé. (Commune de 4027 habitants du 2e canton et de l'arrondissement de Brest.)

Sainte-Menehould (Marne). — La Compagnie énergie et éclairage, va installer une distribution publique d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 4992 habitants.)

Saint-Paul-lès-Dax (Landes). — La municipalité a entamé des pourparlers avec la Société électrique de Dax et la société concessionnaire du gaz pour la fourniture d'énergie électrique pour tous usages. (Commune de 3656 habitants du canton et de l'arrondissement de Dax.)

Saint-Rémy (Saône-et-Loire). — La Compagnie du gaz de Chalon-sur-Saône est autorisée à installer une canalisation de distribution d'énergie électrique. (Commune de 1419 habitants du canton sud de Chalon-sur-Saône.)

Tarascon (Bouches-du-Rhône). — La municipalité a mis à l'étude le projet du cahier des charges pour la distribution d'énergie électrique qui lui a été soumis par la Société le *Sud Electrique*. (Chef-lieu de canton de 8972 habitants de l'arrondissement d'Arles.)

Taulignan (Drôme). — La municipalité vient d'autoriser la Société d'électricité de la Vallée du Rhône à établir une canalisation aérienne pour la distribution de l'énergie électrique. (Commune de 2082 habitants du canton de Grignan, arrondissement de Montélimar.)

Vesoul (Haute-Saône). — Le projet d'un emprunt de 150 000 francs, pour la construction d'un réseau électrique, vient d'être approuvé par la préfecture. (Chef-lieu du département de 10 163 habitants.)

Villeurbanne (Rhône). — Le Conseil municipal vient d'accepter en principe le projet de distribution d'énergie électrique présenté par la Compagnie du gaz de Lyon. (Chef-lieu de canton de 33 890 habitants de l'arrondissement de Lyon.)

Viriville (Isère). — L'installation de l'éclairage électrique vient d'être concédée à la Société Force et Lumière de Grenoble. (Commune de 1360 habitants du canton de Roybon, arrondissement de Saint-Marcellin.)

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSES-S.-JACQUES.

# Le Détecteur K. K.

Au cours des recherches auxquelles s'est livré M. von Kramer à propos de son système de railophone [1], il a constaté l'opportunité d'avoir un relais d'appel, afin d'éviter une attention incessante de la part de l'opérateur. Il fallait que l'appareil pût fonctionner avec des courants de l'ordre de $2 \times 10^{-4}$ ampères sous une différence de potentiel d'environ $2 \times 10^{-2}$ volts, et cela à la fréquence de 100 périodes par seconde. On trouve bien chez les constructeurs des relais qui fonctionnent avec des intensités encore plus faibles, mais ils exigent une différence de potentiel bien plus élevée que celle que l'on peut obtenir sur le circuit récepteur du railophone.

Ce relais devait remplir une autre condition : ne pas être affecté par les chocs mécaniques ni par les vibrations inévitables sur les trains. On ne trouve dans le commerce aucun appareil convenable pour un service de ce genre, mais, en collaboration avec le Dr Gisbert Kapp, M. von Kramer est arrivé à réaliser un relais sensible ou détecteur de courants alternatifs qui peut s'employer non seulement pour appeler l'attention, mais encore pour toute autre opération dans laquelle on utilise les relais télégraphiques ordinaires qui exigent des intensités de courant bien plus élevées.

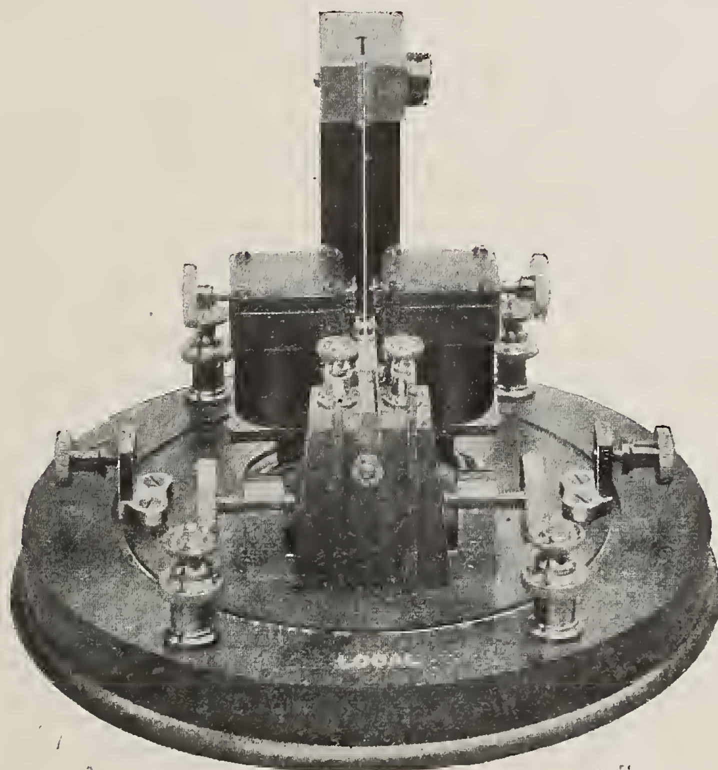


Fig. 114.

Voici la description de ce relais désigné sous le nom de relais « K. K. »

Le degré de sensibilité d'un relais est déterminé par le régime d'intensité minimum et de tension minimum lui permettant de fonctionner d'une manière absolument sûre; quand il s'agit de courants alternatifs, la fréquence constitue un troisième facteur. En construisant le détecteur « K. K. », on s'est inspiré de ces trois conditions essentielles. On a ainsi obtenu un relais à courant alternatif (fig. 114) qui n'a pas de rival au point de vue de la sensibilité. Le nouveau relais présente en outre un grand avantage, celui de demeurer insensible aux chocs et aux vibrations.

**Principe.** — En principe, le détecteur « K. K. » (fig. 115) est constitué par :

*a)*. Une tige d'acier, solidement fixée à une extrémité et ayant une fréquence naturelle qui correspond à celle du circuit à courant alternatif sur lequel l'instrument doit fonctionner.

*b)*. Un aimant permanent en forme de ⊐ dont la tige d'acier forme une extension polaire. L'extrémité libre de la tige présente donc les caractéristiques d'un pôle d'aimant permanent, elle a la même polarité que la branche de l'aimant à laquelle elle est fixée.

*c)*. A l'autre extrémité de cet aimant permanent se trouve attaché un noyau en fil de fer doux laminé de section carrée affectant la forme ⊔; ce noyau forme l'autre extension polaire. Les deux extrémités du noyau laminé présentent la même polarité, mais cette polarité est contraire de celle de l'extrémité libre de la tige; on n'a aménagé qu'un petit entrefer entre les extrémités du noyau.

L'extrémité libre de la tige d'acier se trouve au centre de cet entrefer; par suite, une attraction

(1) Le railophone est un système de transmision sans fil servant à communiquer avec les trains en marche (Voir l'*Electricien*, 3 août 1912, page 76).

égale existe entre la tige et les deux branches du noyau laminé.

*d*). On a pris les précautions nécessaires pour que l'entrefer total entre les deux branches du noyau ou pour que l'entrefer entre l'une ou l'autre branche et la tige d'acier puisse être augmenté ou diminué selon les besoins et selon l'emploi auquel doit être affecté le relais.

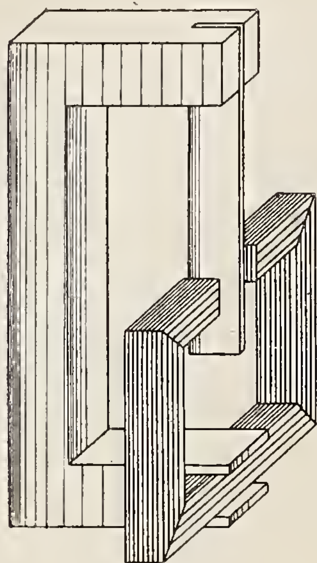


Fig. 115.

*e*). Une bobine d'électro-aimant est montée sur chaque branche du noyau laminé. Les deux bobines sont reliées de manière que, si on y fait passer un courant alternatif, leur polarité se trouve superposée à la polarité permanente aux extrémités du noyau, les alternances correspondant à la fréquence du circuit : par exemple, sur un circuit à 100 périodes, la polarité se trouve inversée 100 fois par seconde à chaque extrémité. La tige, ayant la même périodicité que le champ vibratoire dans l'entrefer, se trouve attirée par une extrémité du noyau et repoussée par l'autre extrémité du même noyau, même lorsque le courant le plus faible passe dans les bobines.

*f*). La tige vibrante sert à actionner un dispositif de contact. Comme toute attache à l'extrémité libre de la tige d'acier diminuerait l'extrême sensibilité de l'appareil, on a eu soin, dans la construction, de conserver la fréquence naturelle de la tige, sans entraver son action par l'addition de pointes de platine, de contacts, etc.

Avec le détecteur « K. K. », la tige *n'établit* pas directement le circuit local; elle actionne simplement un dispositif *interrupteur* à contact métallique.

*g*). Ce dispositif interrupteur (fig. 116) consiste en deux tiges parallèles non magnétiques disposées sur les côtés, qui ont une fréquence bien inférieure à celle de la tige d'acier. Les extrémités de ces tiges latérales sont fixées dans des supports métalliques isolés portant des bornes.

Chaque tige latérale est pourvue d'un contact en platine, les deux blocs sont opposés l'un à l'autre et appuient l'un contre l'autre. Entre les deux tiges est placé un cylindre en ivoire isolé, dont le rôle est indiqué ci-après.

La tige d'acier est suspendue verticalement entre les extrémités libres des tiges latérales horizontales et à angle droit avec ces extrémités. A l'extrémité de chaque tige latérale est fixée une pointe isolée en ivoire; la distance qui sépare les deux pointes est telle que la tige d'acier peut, au commencement de sa course, se déplacer d'une quantité suffisante pour frapper fortement contre les pointes d'ivoire, séparant ainsi les pointes de platine et les maintenant écartées l'une de l'autre aussi longtemps que la tige continue à vibrer.

*h*). Le cylindre d'ivoire sus-mentionné empêche, dans la séparation des blocs en platine, le retard que produirait autrement l'effet élastique de la tige, effet nécessaire pour maintenir le contact entre les blocs en platine.

*i*). Les deux tiges latérales, avec leurs blocs-contacts en platine, font partie du circuit local et agissent comme un commutateur unipolaire.

*j*). Pour obtenir une sensibilité encore plus grande, on utilise un système de quatre tiges latérales, avec réglage séparé et indépendant des contacts en platine et des pointes d'ivoire.

**Propriétés du détecteur « K. K. »** — Avec un courant alternatif à la fréquence de 100 périodes par seconde, ce détecteur révèle des courants de $2 \times 10^{-4}$ ampères sous une différence de potentiel de $2 \times 10^{-2}$ volts. En ne tenant pas compte de la self-induction des bobines, la puissance nécessaire pour que le détecteur commence à fonctionner est seulement de $4 \times 10^{-6}$ watts. En réglant l'entrefer entre les extrémités du noyau, on peut régler le relais pour qu'il fonctionne à différentes puissances au-dessus et au-dessous de la fréquence naturelle de la tige.

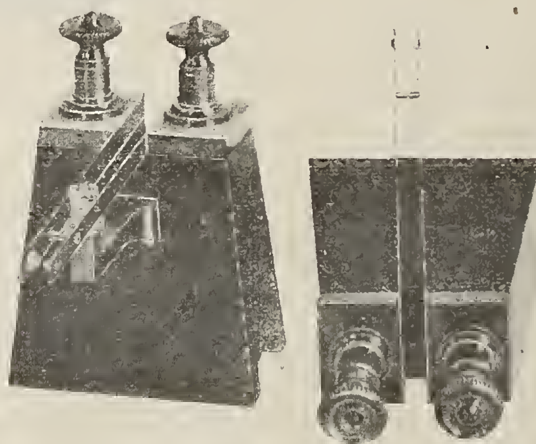


Fig. 116.

Il n'est pas seulement possible de régler l'instrument pour qu'il fonctionne dans les limites de 1 0/0 dans l'un ou l'autre sens, mais bien plus,

lorsqu'une tension plus élevée se produit aux bornes de la ligne, le détecteur obéit dans les limites d'une grande portée de fréquence.

La résistance de chaque bobine du détecteur modèle « K. K. » est de 220 ohms; comme les deux bobines sont montées en parallèle, la résistance totale des bobines, aux bornes de la ligne, est de 110 ohms.

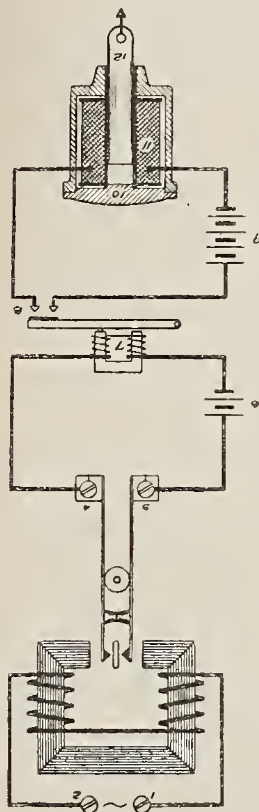


Fig. 117.

Pour le circuit secondaire du détecteur « K.K. », il convient d'employer une batterie de volts, car la résistance du circuit est telle que l'intensité traversant les blocs-contacts en platine ne dépasse point 0,1 ampère.

Une application typique du détecteur « K. K ». est représentée (fig. 117) et donne le schéma des connexions d'un détecteur « K. K. » avec relais secondaire actionnant un électro-aimant cuirassé.

**Applications.** — Le détecteur « K. K. » peut s'employer partout où on utilise actuellement des relais sensibles à courant alternatif. Il peut trouver un emploi particulièrement avantageux dans les applications suivantes :

1° Comme dispositif de contact fonctionnant sur les circuits de transmission à grande distance là où l'intensité du courant est extrêmement réduite;

2° Pour découvrir les pertes sur les canalisations à courant alternatif;

3° En télégraphie et en téléphonie pour servir de relais à des courants qui peuvent à peine être décelés par un récepteur téléphonique ordinaire, mais qui, si on insère dans le circuit le détecteur « K. K. », deviennent nettement perceptibles.

4° Pour noter des sons tels que l'explosion d'un coup de feu, les applaudissements, les notes musicales ou les voix, pourvu que le détecteur se trouve syntonisé à la fréquence des sons à percevoir;

5° En radiotélégraphie, pour percevoir des signaux ordinaires, pourvu que ces signaux soient envoyés à une fréquence de, par exemple, 100 périodes à la seconde. Par ce moyen, on peut actionner des sonneries d'appel et d'autres dispositifs de même espèce;

6° Pour remplacer des relais moins sensibles, ce qui augmente le facteur de sécurité de l'installation;

7° Avec le détecteur « K. K. », on peut superposer de nombreux signaux de différentes fréquences sur un simple circuit métallique, lequel, avec les appareils actuels, ne peut transmettre qu'un seul ou deux signaux;

8° Comme appareil auxiliaire sur les installations téléphoniques et télégraphiques automatiques;

9° Pour synchroniser le son avec les opérations mécaniques, usuelles ou cinétiques (1).

A. Giron.

# Minuterie pour éclairage temporaire, système Arvers.

L'allumeur-extincteur, destiné à l'éclairage des escaliers que M. Arvers vient de réaliser, est un appareil simple, robuste et silencieux.

Cet appareil (fig. 118) permet la mise en circuit momentanée d'un groupe de lampes ou autres appareils et la durée de cette mise en circuit est réglable à volonté, par le simple déplacement d'une vis moletée, pour des périodes de 2, 3, 4 et 5 minutes.

Les fermetures et ruptures du courant sont brusques.

Le schéma, figure 119, permet de se rendre compte de son fonctionnement.

Un moteur M entraîne, par l'intermédiaire d'un ressort en spiral S, un balai B qui ferme le circuit d'allumage des lampes en frottant sur une couronne C; cette couronne est interrompue sur une petite longueur en *e' e*.

Quand le balai, dans son mouvement de rotation, arrive sur cette coupure en *e'*, il vient buter, par l'intermédiaire d'un ressort-lame L, sur une vis G. Le moteur continuant à tourner, les ressorts L et S se bandent. A un moment donné, le

(1) Constructeur : International Railophones L^d, Prudential Buildings, Corporation Street, Birmingham.

essort L échappe sous la butée et le balai B, sous la poussée du ressort S, part brusquement

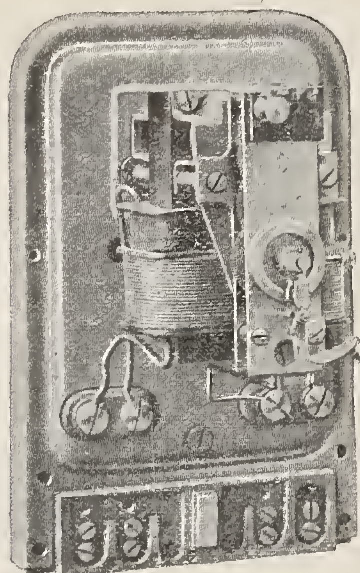


Fig. 118.

et interrompt le circuit en arrivant dans l'intervalle *e' e* ménagé sur la couronne où il est arrêté par une tige *t*.

Cette tige *t* peut être attirée par un électro-

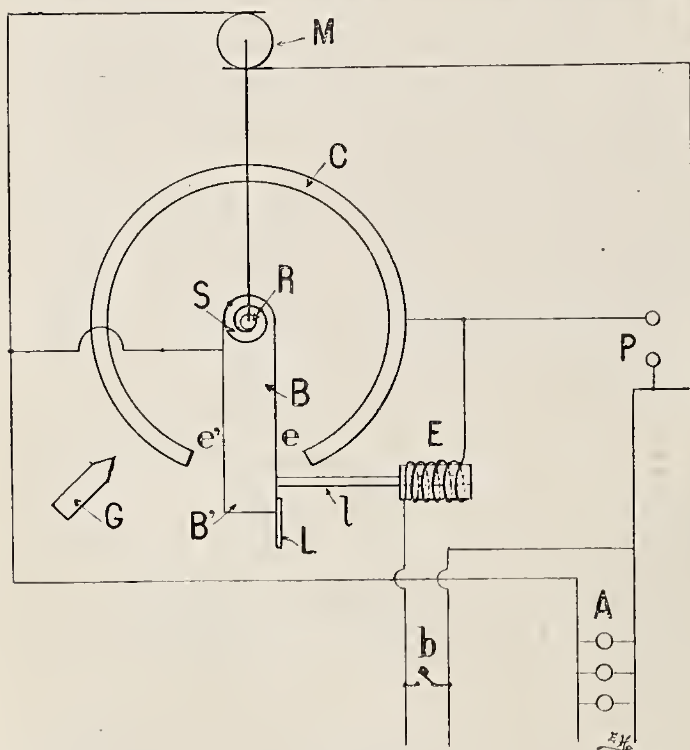



Fig. 119.

aimant E dans lequel le courant est envoyé lorsque l'on appuie sur les boutons de commande *b*.

Lorsque la tige *t* est attirée, le balai B, poussé par le ressort S, vient brusquement en *e* et le circuit des lampes et du moteur est alors fermé pendant la durée d'un tour.

Cet appareil ne nécessite aucun remontage et ne contient pas de contacts à mercure.

La commande peut s'effectuer non seulement par boutons, mais également par des poires, des contacts de porte, etc.

Le circuit des appareils commandés se ferme entre le balai et la couronne. Le balai fait, dans un temps déterminé, réglable à volonté, un tour

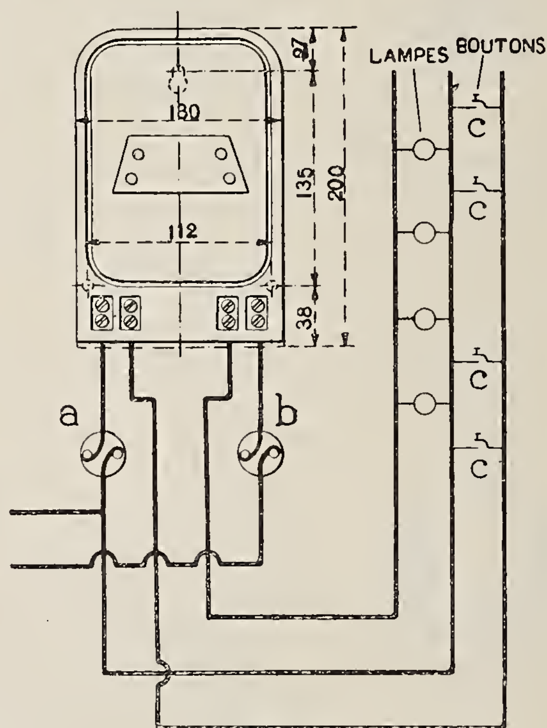



Fig. 120.

complet à la fin duquel le circuit des lampes et du moteur est ouvert automatiquement.

La figure 120 donne le schéma d'installation de cette minuterie.

Les manœuvres à effectuer sont les suivantes :

Pour obtenir l'éclairage permanent, il suffit de fermer l'interrupteur *b* et d'ouvrir l'interrupteur *a*; le courant du réseau alimente alors directement les lampes.

Pour supprimer l'éclairage permanent, on ferme les deux interrupteurs *a* et *b*; chaque fois que l'on appuie sur un bouton quelconque, l'éclairage est établi pour une durée limitée (1).

DE KERMOND.

(1) Constructeur : Louis Arvers, 3, impasse Milord, 140, avenue de Saint-Ouen, Paris.

# Recherches sur la radiotélégraphie à grande distance.

Des expériences approfondies ont été récemment entreprises par M. le Dr L.-W. Austin, du bureau d'étalonnage de Washington, sur la propagation des ondes dans la radiotélégraphie à grande distance; les recherches dont il s'agit avaient pour objet principal de vérifier jusqu'à quel point peut être considérée comme exacte la loi dite de la distance et mise en lumière par les expériences de Duddell, Taylor et Tissot; ces expériences semblent démontrer que, toutes autres choses égales et abstraction faite de l'absorption, les courants reçus par un poste donné sont inversement proportionnels à la distance; les mesures de M. L.-W. Austin lui ont permis de constater que cette loi est exacte jusqu'à une distance de 150 km approximativement, mais à partir de cette limite, la décroissance des intensités est plus rapide; ce fait provient naturellement de l'absorption; on peut admettre que celle-ci est elle-même proportionnelle à la distance, de sorte que le courant reçu pourrait être exprimé par la formule suivante :

$$I_r = \frac{K}{d} e - Ad$$

dans laquelle $d$ représente la distance, $K$ le courant reçu à l'unité de distance, $e$ la base des logarithmes naturels et $A$ une constante.

M. le Dr Louis Cohen, en cherchant à reconnaître le degré d'exactitude de cette formule, a trouvé que le facteur $A$ est inversement proportionnel à la racine carrée de la longueur d'onde, entre les limites d'exactitude de l'observation, de sorte que l'on peut écrire :

$$I_r = \frac{K}{d} e - \frac{ad}{\sqrt{\lambda}}$$

Dans cette formule, $a$ représente le coefficient d'absorption, la distance et la longueur d'onde étant exprimées en kilomètres; dans les expériences de M. Cohen, ce coefficient était d'environ 0,0015.

La figure 121 montre, sous forme de diagramme, les résultats obtenus.

La courbe en trait pointillé y représente les intensités calculées d'après la loi de la distance, pure et simple, c'est-à-dire dans l'hypothèse où l'absorption serait nulle; la courbe en trait plein donne les intensités déterminées par l'application de la formule de M. Austin; les valeurs observées en pratique sont marquées par une croix; celles qui portent l'indice $N$ sont des observations effectuées de nuit; on peut constater que les lectures diurnes concordent très sensiblement avec les valeurs déterminées par la formule de M. Austin; par contre, les observations de nuit sont tout à fait irrégulières; elles sont généralement plus fortes que les intensités constatées

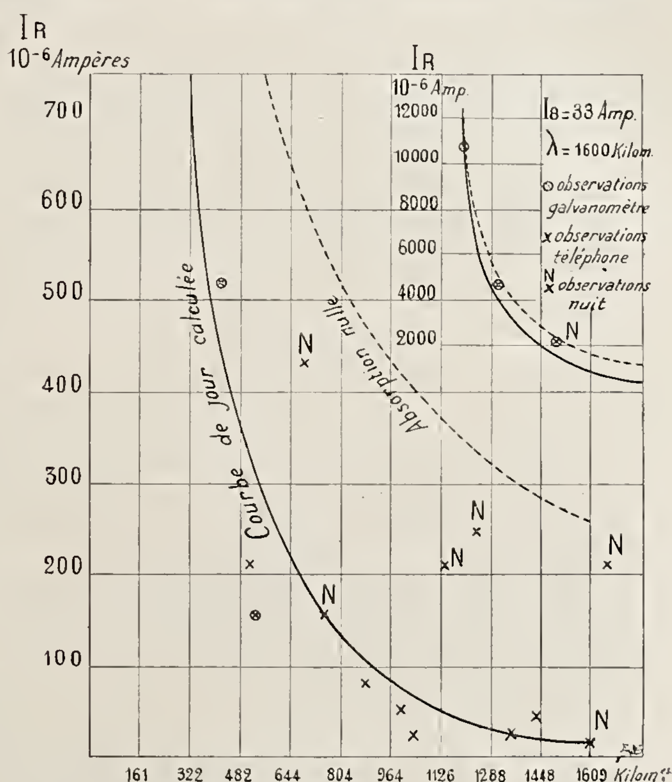


Fig. 121.

pendant le jour, ce qui est conforme d'ailleurs à toutes les constatations faites depuis longtemps et signalées pour la première fois par M. Marconi; quelques valeurs observées sont très voisines de la courbe des intensités théoriques; d'autres sont placées au-delà, ces anomalies peuvent provenir d'erreurs de calcul; il se pourrait toutefois aussi qu'elles fussent dues à des réflexions dans les couches supérieures de l'atmosphère.

D'après les calculs de M. Zenneck, ni la conductibilité des couches atmosphériques à une faible hauteur, ni l'intervention de l'eau salée, ne suffisent à expliquer la grande absorption constatée dans les expériences de radiotélégraphie à grande distance.

Par contre, il se peut qu'à une grande distance de la station de transmission, le front de l'onde s'étende dans les couches supérieures de

l'atmosphère et que là se trouve le centre de l'absorption.

Les rayons solaires augmentent la conductance de ces couches; si cette hypothèse est exacte, elle explique l'augmentation d'intensité des signaux de nuit comparativement à ceux de jour. Mais, si elle est fondée, comme la forte ionisation des couches supérieures, en été, par exemple, persiste vraisemblablement la nuit, on doit constater de ce fait des irrégularités dans les portées de transmission la nuit, particulièrement dans la saison chaude.

Les observations faites jusqu'ici sont en harmonie avec cette conclusion.

On pourrait ainsi, d'après M. Austin, déterminer très approximativement le courant que l'on peut attendre d'un poste déterminé en un autre poste donné; pour une transmission en mer, avec antennes plates aux deux postes et en supposant que la station transmettrice soit disposée de manière à ne fournir qu'une seule longueur d'onde, l'équation à appliquer dans ce but est la suivante :

$$I_r = 4{,}25 \frac{I_s h_1 h_2}{\lambda d} e - \frac{ad}{\sqrt{\lambda}}$$

dans laquelle

$I_r$ représente l'intensité de courant constatée sur une résistance de 25 ohms;

$I_s$, le courant de transmission;

$h_1$, la hauteur de l'une des antennes;

$h_2$, la hauteur de l'autre antenne;

$d$, la distance entre les stations;

$\lambda$, la longueur d'onde;

$a$, le coefficient d'absorption;

toutes les longueurs étant exprimées en kilomètres et les courants en ampères.

Dans les expériences de M. Austin, le coefficient d'absorption était de 0,00015.

Le facteur 4,25 ne s'applique qu'aux antennes de navire et il n'est exact que pour autant que les pertes dues au gréement du navire soient sensiblement identiques à celles relatives au bâtiment utilisé par l'opérateur; dans d'autres conditions, ce facteur peut différer de 30 0/0; sauf pour les petites distances, ces écarts sont peu importants.

Partant de ces données, on peut fixer aux valeurs suivantes les limites de portées réalisables au moyen d'une antenne de 39 m de longueur et avec une longueur d'onde de 1000 m.

Ce tableau montre que la portée n'augmente que très lentement avec l'accroissement de la puissance mise en jeu, tandis qu'une intensité de courant primaire de 10 ampères, correspondant à une puissance de 2 kw, permet d'atteindre

TABLEAU I.

| Courant d'antenne | Distances de service (40.10⁻⁶ ampères). | | Distances extrêmes (10.10⁻⁶ ampères). | |
|---|---|---|---|---|
| ($I_s$). | Jour. | Nuit. (absorption nulle). | Jour. | Nuit. (absorption nulle). |
| amp. | milles (1) | milles. | milles. | milles. |
| 1 | 75 | 90 | 200 | 360 |
| 2 | 135 | 180 | 300 | 720 |
| 3 | 180 | 270 | 375 | 1 080 |
| 5 | 235 | 450 | 475 | 1 800 |
| 7 | 280 | 630 | 550 | 2 520 |
| 10 | 345 | 900 | 630 | 3 600 |
| 15 | 420 | 1 350 | 725 | 5 400 |
| 20 | 475 | 1 800 | 790 | 7 200 |
| 25 | 525 | 2 250 | 840 | 9 000 |
| 30 | 565 | 2 700 | 900 | 10 800 |
| 40 | 630 | 3 600 | 970 | 14 400 |
| 50 | 685 | 4 500 | 1 025 | 18 000 |
| 60 | 725 | 5 400 | 1 150 | 21 600 |

(1) Le mille vaut 1609 mètres.

une portée de 345 milles, avec un courant triple, soit 30 ampères, la portée n'est encore que de 565 milles, et avec un courant sextuple, soit 60 ampères, de 725 milles.

La formule de M. Austin traduit aussi l'utilité des grandes longueurs d'onde pour l'obtention des portées considérables, mais montre que ces grandes longueurs ne sont vraiment avantageuses que pour les portées assez élevées (à partir de 1750 milles nautiques dans le cas envisagé).

TABLEAU II.

| Milles nautiques. | λ = 1 000 m. | λ = 2 500 m. | λ = 3 750 m. | λ = 6 000 m. |
|---|---|---|---|---|
| | amp. | amp. | amp. | amp. |
| 1 000 | 15 | 13 5 | 15 | 17 |
| 1 250 | 38 | 27 | 27 | 30 |
| 1 500 | 91 | 49 | 44 | 46 |
| 1 750 | 200 | 95 | 77 | 74 |
| 2 000 | 490 | 155 | 122 | 105 |
| 2 250 | — | 245 | 314 | 160 |
| 2 500 | — | 470 | 314 | 235 |
| 2 750 | — | — | 500 | 335 |
| 3 000 | — | — | 775 | 500 |

L'obtention d'une bonne communication de jour à 2500 milles de distance, avec une antenne

de 135 m et en employant l'onde de 6000 m qui est alors la plus favorable, exige encore un courant primaire de 240 ampères.

D'autre part, du moment que l'on ne dispose que de puissances modérées, il n'y a pas intérêt à augmenter la longueur d'onde jusqu'à 6000 m, puisque c'est seulement pour les grandes portées, irréalisables avec là puissance dont on dispose, que ces longueurs d'onde seraient profitables.

Avec des antennes de 135 m de hauteur et une longueur d'onde de 3750 m, un courant primaire de 70 ampères donne à 1000 milles, une intensité de 20 à 25 microampères pendant le jour alors que le maximum théorique serait de 80-90 microampères.

H. MARCHAND.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

**Cas d'un courant variable.** — Tout ce que nous avons dit jusqu'ici à propos de la règle de Kelvin suppose que la canalisation étudiée est le siège d'un courant constant. Il n'est évidemment pas nécessaire que cette condition soit rigoureusement remplie pour que les diverses déductions que nous avons présentées soient justifiées. Il suffit qu'on puisse considérer un certain courant moyen autour duquel le courant réel oscille entre des limites suffisamment resserrées. Bien que cette remarque étende considérablement le champ d'application de nos formules, nous serions incomplets si nous ne montrions qu'on peut encore, avec avantage, les employer lorsque le courant n'est pas le même aux différentes heures du service.

Tel est le cas, par exemple, d'un feeder de distribution urbaine, dont la charge n'est pas la même aux différentes heures de la journée. Aux heures de pointe, lorsqu'il travaille à plein, c'est, évidemment, la perte par effet Joule qui apparaît comme la plus importante. Dans la journée, au contraire, son débit peut tomber à une faible valeur et même il peut s'annuler, comme il arrive dans les distributions à artères multiples dans lesquelles on effectue le réglage en faisant varier le nombre des feeders en service.

Voici comment, en conservant les notations précédentes, il faut procéder.

Appelons N la durée annuelle de fonctionnement du câble. N est exprimé en heures et peut être au plus égal à $365 \times 24 = 8760$.

Sur ces N heures de fonctionnement annuel, le feeder supportera un courant moyen (défini comme nous l'avons fait antérieurement) de

$i_1$ ampères pendant $n_1$ heures
$i^2$ — — $n^2$ —
$i_n$ — — $n_n$ —

de telle sorte que si on fait la somme de toutes es durées $n_1$, $n_2$, on trouve

$$n_1 + n_2 + - + n_n = \mathrm{N} \quad (65)$$

Si le courant $I$ était le même pendant les N heures du service, c'est la formule (27) qui donnerait la dépense annuelle d'exploitation. Dans cette formule (27), il y a deux termes, le premier et le dernier, qui sont complètement indépendants de l'intensité du courant et de la durée du fonctionnement. Ils subsisteront tels quels si le courant n'est pas constant.

Le second terme, prix de l'énergie annuellement perdue en ligne, apparaîtra sous la forme d'une somme.

En effet, le courant $i_1$ circulant pendant $n_1$ heures à travers la section $s$ du conducteur, occasionnera une dépense annuelle d'énergie, exprimée en francs, de

$$a_1 = 0{,}036\, L \frac{i_1^2}{s} n_1 f \qquad (66)$$

De même aux courants $i_1$, $i_2$, $i_n$ correspondront des dépenses

$$\left.\begin{aligned} a_2 &= 0{,}036\, L \frac{i_2^2}{s} n_2 f \\ a_3 &= 0{,}036\, L \frac{i_3^2}{s} n_3 f \\ a_n &= 0{,}036\, L \frac{i_n^2}{s} n_n f \end{aligned}\right\} \qquad (67)$$

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, nº 1128, 10 août, p. 84 nº 1129, 17 août, p. 103, nº 1130, 24 août, p. 117, nº 1133 14 septembre, p. 166, nº 1135, 28 septembre, p. 197, nº 1136, 5 octobre, p. 214 et nº 1137, 12 octobre, p. 229.

Les équations (66) et (67) contiennent les facteurs communs 0,036, $L$, $\frac{1}{s}$ et $f$. En ajoutant toutes ces équations membre à membre, leur somme s'écrira

$$a_1 + a_2 + \ldots + a_n = 0{,}036\, L \frac{f}{s} \left(n_1 i_1^2 + n_2 i_2^2 + \ldots + n_n i_n^2\right) \quad (68)$$

Le premier membre n'est autre que le prix total A de l'énergie perdue annuellement en ligne, dont le second membre donne l'évaluation.

On peut transformer cette expression et la ramener au type de la formule (25).

Les quantités qui figurent entre parenthèses sont toutes des données du problème, de sorte qu'en effectuant sur les nombres correspondants les calculs indiqués, on trouvera pour cette parenthèse un nombre déterminé.

Or, on pourra toujours faire le quotient de ce nombre par la somme $N$, formule (65) des quantités $n_1$ $n_2$. Le résultat de cette division sera à son tour un nombre déterminé dont il sera toujours possible d'extraire la racine carrée, avec telle approximation qu'on voudra, s'il n'est pas un carré parfait. Si nous désignons par $I_e$ cette racine carrée, le quotient de la division en question sera $I_e^2$, de sorte que nous pourrons écrire :

$$\frac{\left(n i_1^2 + n^2 i_2^2 + \ldots + n_n i_n^2\right)}{n_1 + n_2 + \ldots + n_n} = I_e^2 \quad (69)$$

Le numérateur et le dénominateur du premier membre de cette expression sont formés immédiatement avec les nombres constituant les données du problème par de simples opérations arithmétiques, de sorte qu'on peut dire qu'ils sont inclus dans les données, qu'ils en font partie et sont déterminés comme elles. Il en résulte qu'à chaque problème correspond une quantité $I_e$ de valeur numérique parfaitement déterminée.

Nous donnnerons à cette quantité $I_e$ le nom de *courant équivalent*, dénomination dont l'appropriation apparaîtra tout à l'heure.

De l'expression (69) nous pourrons déduire en tenant compte de (65):

$$n_1 i_1^2 + n^2 i_2^2 + \ldots + n_n i_n^2 = N\, I_e^2 \quad (70)$$

qui nous permet d'écrire la formule (68) sous la forme

$$A = 0{,}036\, L \frac{f}{s} N\, I_e^2 \quad (71)$$

ou, en rangeant les lettres dans le même ordre que dans la formule (25),

$$A = 0{,}036\, L \frac{I_e^2}{s} N f \quad (72)$$

Par là, on voit que le courant fictif $I_e$, que nous avons appelé *courant équivalent*, occasionne dans la canalisation la même dépense d'énergie que les courants réels, s'il y circule pendant la durée totale $N$ du fonctionnement.

Telle est la raison de la dénomination que nous proposons.

Le calcul peut maintenant se poursuivre. Mais nous ne le referons pas, car il serait tel que nous l'avons déjà présenté. Il suffira de remplacer partout dans les formules les quantités $n$ et $I$ par $N$ et $I_e$ et tous les résultats auxquels nous sommes parvenus s'appliqueront, sans autre modification. La densité de courant optimum continuera à être déterminée par la formule (30) et on trouvera la section correspondante $\Sigma$ en divisant le courant équivalent $I_e$ par la densité optimum $\Delta_m$.

Ici, une remarque s'impose. Il se peut que $I_e$ ait une valeur très inférieure ou plus intense des courants partiels et que la densité de courant trouvée conduise à une section dans laquelle ce courant le plus intense déterminerait un échauffement exagéré. Alors on modifiera la section en conséquence et on se rendra compte de la portée de la modification au moyen du coefficient $\beta$ et de l'hyperbole type.

Cette dernière considération trouverait son application si le câble supportait des courants peu intenses pendant la plus grande partie du temps et, au contraire, un courant beaucoup plus intense pendant une demi-heure ou une heure ou plus généralement pendant une faible fraction du temps total de service. Pour ceux des produits $n\, i^2$ qui se rapportent à ces courants peu intenses, la valeur prépondérante de leur coefficient de durée $n$ arrive malgré tout à accroître leur importance relative dans la formule (70) et par là même à diminuer l'importance relative du terme qui se rapporte au courant intense. Une autre influence s'exerce dans le même sens : les faibles courants à grands coefficients de durée ont pour effet d'accroître la valeur de la durée totale de service $N$. Il en résulte un affaiblissement de $I_e$ qui peut ainsi devenir très inférieur au plus élevé des courants réels envisagés.

On le comprendra mieux encore au moyen d'un exemple :

Soit une canalisation parcourue par un courant de 100 ampères pendant 18 heures, puis par un courant de 500 ampères pendant 2 heures.

La valeur de $N$ est ici 18 + 2 = 20 et celle de $I^2_e$ résulte du calcul

$$\frac{18 \times 100 \times 100 + 2 \times 500 \times 500}{20} = 34\,000$$

dont la racine est :

$$I_e = 155$$

La section calculée avec ce *courant équivalent* pourra se trouver trop faible pour laisser passer 500 ampères. On procédera alors comme nous l'avons indiqué.

La formule (70) présente avec celles qu'on rencontre dans la théorie des moments d'inertie, une analogie qu'il faut signaler.

En attribuant aux coefficients $n_1\, n_2\, n_n$ la signification de masses concentrées en des points situés à des distances $i_1\, i_2\, i_n$ d'un même axe de rotation, on voit que, $N$ figurant la masse totale (65), $I_e$ ne serait autre que la distance à l'axe à laquelle il faudrait concentrer la masse totale pour obtenir la même inertie; autrement dit $I_e$ serait le rayon de giration du système.

Cette remarque peut rendre plus sensible ce que nous avons dit de l'influence des faibles courants à grands coefficients de durée, car, en assimilant à des masses, on voit que plus la masse totale $N$ est importante, moins le rayon de giration, c'est-à-dire $I_e$, le *courant équivalent* est grand.

Nous terminerons ces considérations par un exemple numérique.

Une canalisation de 200 m de longueur doit, pendant 280 jours de l'année, transmettre un courant moyen de 50 ampères pendant 8 heures, un courant moyen de 150 ampères pendant 4 heures et enfin un courant moyen de 20 ampères pendant 8 heures. Pendant les 85 autres jours, le régime de marche journalier est : 60 ampères pendant 7 heures, 200 ampères pendant 6 heures, 100 ampères pendant 2 heures, enfin, 25 ampères pendant 7 heures.

Des chiffres de ce genre, en apparence complexes, s'obtiendraient en relevant des moyennes sur des courbes de consommation tracées pour différents jours de l'année, que ces courbes soient réelles ou seulement prédéterminées (cas d'un projet d'installation).

La première chose à faire est d'évaluer les produits $n\, i^2$ pour arriver au *courant équivalent* $I_e$.

Les coefficients de durée des divers courants seront :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Courant de | 50 | amp. | $280 \times 8 = 2240$ | heures |
| — | 150 | — | $280 \times 4 = 1120$ | — |
| — | 20 | — | $280 \times 8 = 2240$ | — |
| — | 60 | — | $85 \times 7 = 595$ | — |
| — | 200 | — | $85 \times 6 = 510$ | — |
| — | 100 | — | $85 \times 2 = 170$ | — |
| — | 25 | — | $85 \times 7 = 595$ | — |

Le total $N$ des coefficients de durée sera la somme, c'est-à-dire 7470.

Les produits $n\, i^2$ successifs seront :

$$2240 \times 50 \times 50 = 5{,}6 \times 10^6$$
$$1120 \times 150 \quad 150 = 25{,}2 \times 10^6$$
$$2240 \times 20 \times 20 = 0{,}896 \times 10^6$$
$$595 \times 60 \times 60 = 2{,}141 \times 10^6$$
$$510 \times 200 \times 200 = 20{,}4 \times 10^5$$
$$170 \times 100 \times 100 = 1{,}7 \times 10^6$$
$$595 \times 25 \times 25 = 0{,}37 \times 10^6$$

Leur somme sera la somme des seconds membres de ces expressions numériques, c'est-à-dire :

$$56{,}307 \times 10^6$$

On obtiendra le courant équivalent $I_e$ en divisant ce nombre par $N$ qui est ici 7470, comme nous l'avons vu, et prenant la raçine carrée

$$I_e = \sqrt{\frac{56{,}307 \times 10^6}{7470}} = 87$$

en forçant légèrement.

Telle est la valeur du courant équivalent qui nous servira à déterminer la section, connaissant la densité de courant optimum $\Delta_m$ que détermine la formule (30).

Supposons que les conditions d'établissement de cette canalisation soient celles du premier exemple traité, savoir : cuivre nu, taux d'intérêt, 5 0/0; durée d'amortissement, 20 années; prix du courant, 0,0001 le watt-heure

$$\Delta_m = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}01851 \times 0{,}0803}{0{,}036 \times 7370 \times 0{,}0001}}$$

puisque la durée annuelle de fonctionnemont est 7370 heures, d'où on tire

$$\Delta_m = 0{,}334$$

La section optimum s'obtiendra maintenant en divisant le courant équivalent par cette valeur de $\Delta_m$. On trouve :

$$\Sigma = \frac{87}{0{,}034} = 260 \text{ mm}^2$$

Nous laisserons au lecteur le soin d'apprécier, au moyen de l'hyperbole-type et du coefficient $\beta$, de combien s'accroîtraient les frais annuels d'exploitation, si on prenait une section différente de celle-ci.

Ch. Vallet.

*(A suivre.)*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Contrôle des appareils à commande électrique sur les navires de guerre.

L'introduction du moteur électrique dans la marine de guerre remonte à une vingtaine d'années : ses premières applications furent la commande d'appareils de manutention, pour les munitions, notamment; mais elles s'étendirent rapidement et aujourd'hui le moteur électrique est employé d'une façon étendue; il a supplanté les machines à vapeur qui ne sont plus utilisées que pour la propulsion et pour le service des machines auxiliaires de la chaufferie

Or, la plupart des applications ainsi réalisées sont de caractère différent et elles comportent pour ainsi dire chacune l'emploi d'appareils spéciaux; comme ces appareils doivent être d'une perfection complète au point de vue de la sûreté du service, leur étude a demandé beaucoup d'attention.

Deux conditions leur sont principalement imposées d'une façon générale :

1° Tous les moteurs doivent être protégés contre l'annulation de la tension;

2° A moins qu'ils ne soient conditionnés pour pouvoir supporter le courant d'une façon permanente, les rhéostats ne peuvent être soumis au courant que temporairement.

On demande souvent aussi que les appareils soient munis d'une enveloppe étanche à l'eau et à l'abri des flammes.

La première condition est généralement réalisée en insérant dans le circuit de contrôle un contacteur électromagnétique, la commande s'effectuant au moyen d'un coupleur à tambour.

Dans les derniers modèles d'appareils de cette espèce, on emploie des combinateurs à levier possédant un léger mouvement dans le sens vertical, en même temps que le mouvement dans le sens horizontal; ce mouvement vertical est utilisé pour établir un contact qui, à son tour, provoque l'excitation du contacteur, dont les contacts principaux sont en circuit avec le moteur.

Si le levier est libéré avant que le combinateur ne soit arrivé sur la position de marche ou bien si la tension fait défaut, le contacteur s'ouvre et il ne peut être refermé aussi longtemps que la poignée n'a pas été ramenée dans la position d'ouverture ou dans la première position.

Indépendamment de ces conditions générales les différents appareils assurant le service des moteurs pour les canons, pour les ventilateurs pour le gouvernail, etc., exigent des qualités particulières.

Examinons en premier lieu les appareils de contrôle des monte-munitions.

Pour se faire une idée exacte des conditions auxquelles doivent satisfaire ces instruments, il convient de se rappeler tout d'abord le rôle et le fonctionnement des tourelles mêmes.

On sait que c'est par la rotation de celles-ci que les canons sont déplacés par paire, dans le plan horizontal, et que leur portée peut être réglée séparément au moyen des moteurs élévateurs : dans certaines tourelles de construction récente, les munitions sont d'abord amenées par un premier élévateur à un compartiment intermédiaire, d'où elles sont reprises par un second appareil; cette disposition a pour but d'éviter qu'une communication directe existe de la tourelle avec le magasin à munitions, ce qui présente de grands dangers.

Pour le contrôle des appareils élévateurs, trois méthodes distinctes ont été appliquées.

Le premier système comportait l'utilisation d'un appareil à cadran disposé pour servir en même temps à contrôler le frein dynamique dans la descente; dans le second, on employait un coupleur à tambour proprement dit avec un moteur shunt disposé pour la récupération de l'énergie dans la descente. Ces deux systèmes avaient le grave inconvénient d'exiger l'emploi d'appareils un peu encombrants.

Sur les bâtiments de construction récente, on utilise des appareils électromagnétiques comprenant un combinateur et des contacteurs électromagnétiques, et les dispositifs, en y comprenant les interrupteurs de fin de course, sont agencés de telle manière que les plateformes sont ralenties et arrêtées automatiquement, sans aucune intervention de l'opérateur.

Ce procédé est indispensable pour que l'on puisse arriver à la rapidité de manœuvre nécessaire, car la durée totale du passage, de la position inférieure à la position supérieure et vice-versa, varie entre 5 et 8 secondes, selon la hauteur de la tourelle ; le trajet de la plate-forme au canon demande approximativement 7 secondes, suivant l'élévation de la pièce.

Plus récemment encore, comme il est difficile d'arrêter assez rapidement le moteur pour qu'il n'y ait pas un peu de jeu dans les câbles, on a adopté un mode d'installation consistant à faire marcher le moteur d'une façon permanente, en mettant la plate-forme en marche à l'aide d'un embrayage à frottement.

A cause du grand danger que présenterait tout appareil pouvant donner lieu à la production d'étincelles, les combinateurs sont enfermés dans une double enveloppe; une première enveloppe, divisée pour donner accès aux organes intérieurs, recouvre le tambour; une seconde, cylindrique, s'enfile au-dessus du tout; la poignée du combinateur elle-même est montée, avec un joint hermétique, sur un couvercle qui s'adapte étroitement sur l'enveloppe extérieure et s'y visse solidement.

Les contacteurs sont disposés d'une façon identique et également recouverts d'une caisse hermétique; il en est de même de l'interrupteur de fin de course.

La seconde application à considérer est la commande du refouloir; elle se fait généralement au moyen d'un moteur shunt ou d'un moteur compound et la manœuvre est effectuée à la main, avec un combinateur à tambour.

On a toutefois essayé, avec succès, des dispositifs automatiques avec un interrupteur de fin de course contrôlé simultanément, à l'intervention d'un engrenage différentiel, par le coupleur et par le moteur; avec ce système, la longueur du parcours du refouloir est déterminée par la position donnée au levier du coupleur, ce qui est très efficace.

Tandis que se succèdent les opérations ci-dessus indiquées, les pièces sont mises au point par la rotation de la tourelle; cette dernière opération est excessivement délicate et beaucoup de systèmes ont été imaginés pour la réaliser avec la précision voulue.

Le premier procédé employé comportait l'emploi du système Ward-Léonard, avec un générateur à tension variable spécial pour chaque tourelle; cependant, ce mode de régulation n'était pas encore assez parfait, et il a été remplacé par un procédé connu sous le nom de système à compensateur rotatif.

Le compensateur rotatif se compose d'un système de deux inducteurs et de deux armatures montées sur le même arbre et mises en série l'une avec l'autre; il alimente deux moteurs, dont l'un est de puissance beaucoup plus grande que l'autre; la vitesse de chaque moteur est réglée en agissant sur le champ correspondant; les enroulements inducteurs sont montés en dérivation entre les canalisations d'alimentation; leur point milieu commun est relié au bras de contact d'un rhéostat de champ.

Ce système permet d'utiliser complètement la portée de la variation de vitesse du grand et du petit moteur; il a le grand avantage de présenter une stabilité beaucoup plus grande que la méthode ancienne, surtout aux faibles vitesses, qui sont en outre obtenues avec un couple supérieur.

Néanmoins, il ne donne pas encore une variation de vitesse absolument uniforme; les changements de vitesse du gros moteur sont trop faibles à certains moments trop grands à d'autres.

Une méthode plus parfaite est fondée sur l'emploi de deux moteurs agissant sur un système différentiel; la vitesse de rotation de la tourelle est réglée en agissant sur l'excitation des moteurs.

Le déplacement vertical des pièces est obtenu par des procédés identiques.

Le contrôle des élévateurs pour les canots se fait ordinairement au moyen de deux combinateurs séparés, l'un pour le mouvement de levage et de descente, l'autre pour le mouvement de rotation; la vitesse de descente est limitée par un frein mécanique automatique ou par un freinage dynamique; le moteur de levage a une puissance de 50 ch; le moteur de rotation de 30 à 40 ch.

L'application de la commande électrique à la commande des gouvernails avait rencontré jusqu'en ces derniers temps des difficultés sérieuses. C'est une application très délicate; la sécurité la plus absolue est exigée et le service est extrêmement rigoureux; aussi la commande électrique n'avait-elle été appliquée, jusqu'en ces derniers temps, que pour quelques installations expérimentales.

L'amélioration des appareils de contrôle électrique a toutefois rendu un intérêt marqué à cette application et plusieurs grands navires sont actuellement munis d'appareils de direction à commande électrique.

D'une façon générale, les méthodes en usage sont basées sur un principe analogue à celui appliqué pour la commande à vapeur, en ce sens que le gouvernail en se déplaçant coupe l'admission d'énergie vers le moteur qui l'actionne dès qu'il a atteint une position correspondant à celle de la barre.

Cette similitude des deux méthodes est importante, parce que les deux procédés existent en général simultanément de manière que l'on puisse recourir à l'actionnement à la vapeur si la commande électrique vient à faire défaut.

Le résultat visé peut être obtenu soit au moyen d'une transmission par câble, soit au moyen d'un télémoteur; c'est ce dernier système qui est le plus employé.

Le télémoteur se compose en principe de deux cylindres contenant chacun un piston et reliés l'un à l'autre par une canalisation, des deux côtés de leurs pistons.

Si l'un des pistons se déplace, l'autre est forcé de se déplacer en même temps; ce dernier peut être employé, soit pour actionner le registre d'admission de vapeur, soit le combinateur électrique; dans la commande électrique, toute canalisation entre le poste de direction et les appareils électriques est donc éliminée.

Dans d'autres systèmes, il est fait usage d'un servo-moteur ou moteur-pilote entre le poste de direction et le combinateur principal.

Dans d'autres encore, on recourt à une adaptation du système Ward Léonard en contrôlant l'excitation d'un générateur spécial qui fournit l'énergie nécessaire au moteur actionnant le gouvernail.

Enfin, dans d'autres procédés, il n'y a pas de liaison entre les deux parties et l'opérateur suit simplement le mouvement du gouvernail au moyen d'un indicateur spécial qui en indique à chaque instant la position.

En tout cas, le service imposé à l'outillage électrique est difficile; il est rare, en effet, que le gouvernail reste immobile pendant plus de quelques secondes et il faut donc constamment en ramener la position à l'aide des appareils de commande; ces opérations comportent des renversements pour ainsi dire incessants du sens de marche du moteur; une autre cause de difficulté réside dans l'extrême variabilité de la charge; celle-ci peut passer d'une fraction de la charge normale à une surcharge de 100 0/0 en un instant.

Afin d'éviter qu'à certains moments le moteur ne soit entraîné par le gouvernail, on emploie une transmission à vis sans fin à pas très serré.

Néanmoins, il ne peut être qu'avantageux de disposer un shunt sur l'induit du moteur pour provoquer la rapide immobilisation du gouvernail si la pression de l'eau et la force vive tendent à l'entraîner.

Les appareils de direction des grands navires absorbent généralement une puissance de quelques centaines de chevaux pendant de courtes périodes et, comme le contrôle se fait communément à la tension de 110 volts, les intensités de courant entrant en jeu sont grandes et exigent l'emploi de dispositifs de contrôle électromagnétiques.

Certaines marines — comme la marine de la République Argentine — ont récemment adopté une tension de service de 220 volts, ce qui a considérablement simplifié la réalisation des appareils de contrôle des machines actionnées électriquement.

Actuellement, il semble que toutes les questions relatives au contrôle des appareils électriques sur les navires puissent être considérées comme résolues; il ne reste probablement à étudier que le problème de l'application de l'électricité à la propulsion, et ce problème même ne semble pas éloigné de sa solution. — H. M.

## LAMPES

### Lampes électriques pour mineurs.

En mai 1911, le ministère de l'intérieur du Royaume-Uni faisait connaître qu'un prix de 25 000 fr serait décerné, par ses soins, à la lampe électrique, se prêtant aux besoins des mineurs, qui se rapprocherait le mieux de certaines conditions spécifiées. La somme correspondante avait été mise à la disposition du ministère par un propriétaire de mine, et l'objet du concours était la production de types de lampes électriques permettant aux mineurs de vaquer à leurs travaux, à la fois efficacement et en sécurité. Le concours était accessible aux constructeurs de toutes nationalités, et cela pendant six mois, pour prendre fin le 31 décembre 1911. Le jury avait pouvoir de décerner la totalité du prix ou de diviser ce prix ou encore de ne rien accorder si aucune lampe ne lui paraissait réunir les qualités suffisantes. Chaque lampe soumise à l'appréciation du jury devait répondre aux conditions ci-après :

Présenter une bonne construction mécanique de manière à pouvoir résister aux chocs;

Etre, par sa simplicité, d'un entretien facile;

Etre construite de manière à rendre impossible l'ignition des gaz inflammables tant à l'intérieur qu'en dehors de la lampe;

Avoir une batterie aménagée de manière qu'aucune partie du liquide y contenu ne puisse se répandre au dehors durant le fonctionnement;

Ne pas être exposée à quelque détérioration résultant de l'action corrosive de l'électrolyte;

Avoir une fermeture solide;

Pouvoir donner un éclairement continu d'au moins deux bougies pendant dix heures;

Projeter une lumière bien distribuée au dehors.

En outre, on devait tenir compte du prix de revient, du coût d'entretien, de la facilité de manipulation et du poids de la lampe chargée et prête à servir.

Relativement aux décisions du jury, l'*Electrical Engineering* nous donne les informations suivantes :

Le premier prix (15 000 fr) a été accordé à la lampe « C. E. A. G. » présentée par M. F. Färber (3, Beurhausstrasse, Dortmund, Allemagne) et mise en vente dans le Royaume-Uni par la Compagnie « Ceag Electric Safety Lamp » (19, St-Dunstan's Hill, E. C., Londres). Plus de 10 000 exemplaires de cette lampe auraient déjà été vendus à des mines anglaises et on en installerait actuellement 3000 dans le charbonnage principal Bullcroft, à Doncaster. La lampe « C. E. A. G. » est déjà fort employée dans l'Europe continentale. Elle est formée de trois parties : l'accumulateur, la base et le sommet, et, malgré sa solidité, elle ne pèse guère plus de 1800 gr. Au cours des essais, on a jeté la lampe en question sur le pavé, sans lui faire éprouver d'avaries. L'accumulateur se compose d'une solide caisse en ébonite et de deux électrodes circulaires en plomb vissées dans le couvercle de la caisse.

Un nouveau dispositif de fermeture, inattaquable par les acides, permet la libre sortie des gaz sans laisser le liquide s'échapper. Le couvercle

(1) C.-L. Perry, *The control of electric motors on ships* (*General Electric Review*, 1912, p. 288).

s'enlève facilement, en sorte que les électrodes peuvent être changées sans difficulté et de la manière la plus simple. Sur les deux pôles se trouvent deux contacts pouvant s'enlever et disposés sur des ressorts qui forment le contact pour le courant se rendant à la lampe. Ces ressorts se nettoient facilement. L'accumulateur se trouve séparé de l'enveloppe en acier de la lampe par un espace intermédiaire, et il est ainsi protégé contre les avaries résultant des chocs accidentels. La partie cylindrique est formée d'une forte enveloppe en lames d'acier recouvertes d'une épaisse couche d'étain, elle est frettée par des nervures d'acier. A la base, se trouve une petite rainure qui maintient l'accumulateur dans sa position; cette rainure n'empêche pourtant pas de retirer facilement l'accumulateur. Le sommet de la lampe est fixé, par un joint à baïonnette, sur l'enveloppe de la base; ladite lampe est fermée par un dispositif d'arrêt que seule peut ouvrir l'action d'un aimant puissant. La connexion entre le contact mobile et la lampe à incandescence est assurée par un segment en laiton encastré dans la matière isolante, en sorte qu'il est possible d'allumer et d'éteindre en faisant tourner la partie supérieure alors que lampe se trouve fermée. On emploie une lampe à filament métallique de 1,5 bougie La charge de l'élément d'accumulateur ne prend que 4 à 5 heures, mais la lampe peut brûler sans interruption durant 16 heures. L'ampoule est protégée par un dôme en verre épais qu'entourent quatre tiges de fer et elle se trouve disposée entre des ressorts. Grâce aux dispositions prises, le circuit est interrompu automatiquement, si le globe extérieur vient à se briser.

D'autres lampes ont reçu des prix de 1250 fr. L'*Electrical Engineering* donne, sur plusieurs d'entre elles, les détails suivants :

La Lampe « Stach ». — Cette lampe, présentée par la Compagnie *Electrical* (122-124, Charing Cross Road, Londres) est contenue dans un récipient en fer forgé et soudé, pourvu d'un crochet en fer garni de pointes; elle peut s'utiliser dans une position quelconque. Jusqu'au sommet de la caisse en fer on a disposé un anneau en laiton rendu imperméable à l'eau par une base en caoutchouc. L'enveloppe et l'anneau sont disposés de manière à s'adapter l'un à l'autre; on les ferme au moyen d'une pointe en fer que commande un ressort. Ce ressort ne peut être retiré que sous l'action d'un électro-aimant puissant. Dans la partie supérieure, se trouve une protection en fils solides de laiton destinés à préserver le globe de verre et la lampe. Le globe de verre a une épaisseur considérable; il repose sur un anneau en caoutchouc, lequel rend également cette partie de la lampe imperméable à l'eau et aux gaz. La lampe à filament métallique est du type Aegma, de 2 bougies et de 2 volts, avec un chapeau vissé. Elle ne présente aucun culot, mais elle est fermée à ras, en sorte que l'ampoule se trouve être parfaitement unie. Entre les fils d'entrée, on a disposé une petite séparation en verre, en sorte que, même si la lampe se trouve détruite par une rupture de l'ampoule et du filament, les fils d'amenée du courant ne peuvent entrer en contact, de manière à provoquer un court-circuit et une étincelle dangereuse. Pour éclairer la lampe, on tourne sa partie supérieure dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à la partie inférieure. Cette manœuvre amène les ressorts de contact à glisser sur les bornes de l'accumulateur, ce qui assure un bon contact. On ne constate aucune étincelle perceptible à l'ouverture ou à la fermeture du circuit et des expériences réitérées ont démontré que l'allumage des gaz inflammables, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la lampe, est impossible. L'élément d'accumulateur au plomb a une forme ronde et contient des matières à demi sèches; il est enfermé dans une enveloppe en celluloïd pourvue d'une projection en celluloïd; par suite, non seulement il a toujours sa base conservant une position convenable dans le récipient en fer, mais il ne peut pas être disposé, dans le sens opposé, sur le tableau de charge.

Les électrodes sont entourées de laine de verre qui absorbe environ les deux tiers de l'électrolyte. Les plaques sont préparées de manière à pouvoir supporter une rapide décharge; en outre, on peut les laisser déchargées pendant plusieurs mois sans qu'elles éprouvent la moindre avarie. On assure que les mêmes plaques peuvent être chargées et déchargées plus de deux cents fois avant de perdre leur capacité utile. Un obturateur spécial empêche l'échappement de l'acide; il rend en outre inoffensif tout gaz venant à se dégager pendant la décharge. Cet obturateur est disposé de manière que l'acide ne puisse s'échapper, même quand l'élément est renversé; en outre, quand même quelques petites gouttes d'acide viendraient à s'échapper avec le gaz, elles sont absorbées par un petit fragment de substance absorbante, qui peut se remplacer facilement. Les bornes consistent en de solides blocs de plomb portant les inscriptions « positif » et « négatif »; enfin, l'enveloppe en celluloïd est hermétiquement close, à l'exception de l'obturateur spécial ci-dessus. La lampe présentée au concours donne 2 bougies; une seule charge suffit pour 14 heures de fonctionnement. Il convient de charger l'élément avec un courant de 1,5 ampère pendant 12 heures. La lampe « Stach» est déjà très répandue; le prix de revient soutient avantageusement la comparaison avec celui des lampes ordinaires de sûreté. Elle pèse, prête à fonctionner, moins de 2700 gr.

La lampe Gray-Sussman. — Cette lampe a été présentée par M. W. E. Gray (19, Archer Street, Camden Town, Londres). La lampe, du type à

filament métallique de 2 volts, est montée sur une plaque de base, entre 2 cônes réflecteurs coniques; le cône inférieur contient un commutateur qui, une fois fixé, est absolument imperméable aux gaz. Les cônes sont enveloppés d'un solide cylindre en verre présentant une épaisseur d'environ 6,3 mm; le tout est fixé à la plaque de base au moyen d'une plaque en aluminium et de 4 tiges. Le commutateur est commandé du dehors au moyen d'une vis à tête molletée. La plaque de base se trouve attachée à la caisse de la batterie par une solide charnière en laiton; elle est fermée par un moraillon et un crampon avec le rivet de plomb ordinaire. Le récipient de la batterie est fait en solide acier étamé; il revient à environ 0,60 fr. Sur la face inférieure du couvercle sont disposés 2 contacts plongeurs, qui sont reliés avec 2 raccords correspondant aux bornes de batterie, lorsque le couvercle est fermé La batterie est carrée; son récipient est formé de fort celluloïd, avec la partie supérieure fermée avec de la poix. L'acide est absorbé par une composition spéciale, en sorte que l'on peut percer le récipient sans inconvénient. La lampe se construit en 3 modèles qui donnent respectivement 1, 1 1/2 et 2 bougies, avec des poids respectifs de 1360 gr, 1690 gr et 2 kg; chacun de ces modèles a une durée d'éclairage de 11 à 12 heures. Le modèle moyen a été, jusqu'ici, le plus recherché. Plus de 7000 lampes Gray-Sussman auraient été fournies, durant ces douze derniers mois, à divers charbonnages d'Angleterre; de nouvelles commandes importantes sont actuellement en cours d'exécution.

La lampe « fors ». — Cette lampe a été présentée par M H.-F. Joel (134 B, Kingsland Road, Londres); la caisse de la batterie de la lampe « Fors » est solidement et simplement construite avec un alliage d'aluminium; elle est renforcée par des nervures verticales. La lampe proprement dite est fixée par des gonds à cette caisse et forme le couvercle de la batterie. Elle est composée de barres d'acier et d'un cylindre en verre de 6,3 mm d'épaisseur, comme les lampes ordinaires de mineurs. Elle est appliquée contre la caisse par un moraillon spécial qui presse fortement les deux organes l'un contre l'autre et par des anneaux de serrage en amiante, ce qui donne un joint imperméable à l'eau. On peut en outre lui appliquer la fermeture en plomb ordinaire. La lampe complète pèse environ 1600 gr, ce qui est le poids d'une lampe ordinaire à huile de mineur; elle a une puissance lumineuse de 2 bougies pendant 10 heures. La batterie consiste en un seul élément de l'accumulateur « Fors », bien connu. Dans cet élément, les électrodes cylindriques sont séparées par un vase poreux en amiante, avec des rainures pratiquées entre elles pour assurer la circulation de l'électrolyte; l'électrode positive se trouve au centre, et l'électrode négative lui est concentrique; le tout est enfermé dans une forte caisse. Une pareille construction offre cet avantage que les électrodes ne peuvent ni se mettre en court-circuit ni se gondoler; en outre, comme le vase poreux empêche toute action locale, elles ne peuvent pas non plus se sulfater. Les éléments de cette espèce sont légers et ils peuvent conserver leur charge durant plusieurs mois; on a obtenu plus de 20 watts-heure par 453 gr d'élément complet. Les contacts sont établis à l'intérieur du récipient de la lampe par des chevilles effilées spéciales, lesquelles pénètrent automatiquement dans des douilles à ressort lorsque le couvercle est fermé. Ces contacts se nettoient automatiquement eux-mêmes. Le contact commutateur est formé d'un bouton à tête molletée placé dans la partie supérieure de la lampe, ainsi que d'une tige qui traverse ce bouton et qui actionne des vis, en haut et en bas, pour établir la connexion. De cette manière, tous les contacts sont établis à l'intérieur de l'enveloppe fermée. La batterie ne peut laisser échapper son liquide; aussi la lampe en question peut-elle être tournée sens dessus-dessous sans inconvénient.

L'*Electrical Engineering* ajoute que des prix de 1250 fr ont été encore accordés à 5 autres lampes, mais qu'il ne peut donner une description détaillée de ces dernières, pour certaines desquelles les formalités relatives à l'obtention des brevets n'ont pas encore été complètement remplies. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Un nouveau charbon pour électrodes.

La société par actions Joh. Okissons de Stockholm est parvenue à séparer le charbon du goudron. La couleur noire de ce dernier est due à la présence d'nn fort pourcentage de charbon finement divisé, lequel constitue environ un quart du poids de la matière brute. Comme le goudron liquide présente à peu près la même densité que le charbon solide, ce dernier y demeure en suspension. La société précitée a réussi, comme nous venons de le dire, à isoler le charbon des éléments liquides du goudron, lequel prend alors l'aspect d'un liquide assez dense, transparent, d'un brun doré.

Le charbon ainsi obtenu a des propriétés physiques entièrement différentes de celles du noir de fumée. Comprimé, il donnerait d'excellentes électrodes pour l'éclairage à arc et pour les opérations électrochimiques. On pourrait en outre, sans doute, l'employer avantageusement pour la fabrication des creusets, étant donné qu'il présente une supériorité marquée sur le graphite. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Transmission téléphonique d'un discours à une distance de 300 km.

La *Deutsche Verkehrs - Zeitung* rapporte qu'une récente fête des représentants de la presse américaine a été marquée par la transmission téléphonique, jusqu'à New-York, d'un discours prononcé à Boston, c'est-à-dire à une distance d'environ 300 km. Pour assurer cette transmission, on avait monté ensemble sept lignes se rendant d'une ville à l'autre. Comme récepteurs, on disposait de serre-tête simples à raison d'un appareil pour chaque convive, soit 810 serre-tête au total. Malgré ce nombre élevé de récepteurs et l'éloignement, les paroles de l'orateur ont été parfaitement perçues. Au moyen de deux microphones haut-parleurs fixés au plafond de la salle du banquet et reliés aux conducteurs téléphoniques, les salves d'applaudissements des auditeurs, qui ont salué la fin du discours, ont été transmises à l'orateur. — G.

## TRACTION

### Voitures pétroléo-électriques pour chemins de fer.

Le *Times Engineering Supplement* donne les détails suivants sur de nouvelles voitures pétroléo-électriques que construit la société « Allgemeine Elektricität » de Berlin et qui sont spécialement destinées à circuler sur les voies ferrées d'importance secondaire :

Une de ces automotrices, récemment mise en service à Kœnigsberg par la Compagnie des chemins de fer de l'Allemagne orientale, est actionnée par un moteur à pétrole à quatre cylindres, qui a une puissance de 120 ch à la vitesse angulaire de 700 tours par minute. Cette vitesse se réduit automatiquément à 250 tours par minute en cas d'absence de charge. Cette machine est couplée directement à une dynamo shunt qui, à 700 tours par minute, débite 220 ampères sous 300 volts, ou 580 ampères pour des périodes de 30 secondes. La voiture est actionnée par deux moteurs de 82 ch qui, avec un engrenage de 1 à 4,3, peuvent lui donner une vitesse de marche de 64 km à l'heure. Elle peut recevoir 95 voyageurs, mesure environ 16,4 m de longueur et pèse, quand elle a reçu sa charge complète, 55 tonnes. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### L'électricité en Arabie.

Le *Times Engineering Supplement* annonce que l'on vient d'aménager, dans le palais du sultan d'Oman, une installation d'éclairage électrique construite pour alimenter 500 lampes. Le même souverain a autorisé l'établissement d'une installation destinée à vendre de la lumière et de la force motrice au public; à cet effet, on doit utiliser deux dynames de 30 kw, actionnées par des moteurs à pétrole.

D'autre part, le sultan de Labej vient de se procurer une dynamo, des lampes, des fils, etc., pour éclairer son palais, situé à une trentaine de km d'Aden. — G.

# Bibliographie

**Cours d'électrotechnique générale et appliquée,** professé à l'Institut électrotechnique de Lille, par R. Swyngedauw, avec la collaboration de F. Nègre et P. Beauvais. T. 1er. — *La dynamo à courant continu*, par R. Swyngedauw. Un volume, format 16 × 25 cm, de xii-310 pages, avec 135 figures. Prix broché : 10 fr (Paris, librairie polytechnique Ch. Béranger).

Ce cours d'électrotechnique comprendra :

I. — Un cours d'électrotechnique générale en trois volumes; 1° La dynamo à courant continu; 2° Les courants alternatifs et les appareils de distribution et de transformation statiques; 3° Les alternateurs, moteurs et convertisseurs.

II. — Un cours d'électrotechnique appliquée en trois volumes : 1° Calcul, construction et essais des dynamos à courant continu; 2° Calcul, construction et essais des appareils à courant alternatif; 3° Distribution et utilisation de l'énergie électrique.

La collaboration de plusieurs auteurs n'exclut pas l'unité de conception de l'ouvrage; c'est exclusivement en vue des applications ultérieures d'ordre pratique que le cours d'électrotechnique générale a été conçu; ce sont les notations et les méthodes développées dans la partie générale qui sont utilisées dans la partie appliquée du cours.

Pour la composition de l'ouvrage, on a fait choix de deux sortes de caractères typographiques; le texte en caractères plus gros peut être lu en première lecture; il comprend les notions générales les plus faciles et les plus connues, les démonstrations les plus simples; il fait un tout par lui-même. Le texte en petits caractères, intercalé dans le précédent, complète ce programme par des additions importantes, par des théories générales ou particulières, utiles à l'ingénieur.

L'ensemble des deux textes fait un tout; les numéros des paragraphes sont distribués dans un ordre logique, sans tenir compte de la distinction en petits et gros caractères.

Les notations utilisées sont celles adoptées par le

Comité international des électriciens ou proposées par le comité français.

Le premier volume que nous avons sous les yeux est consacré à la dynamo à courant continu.

L'auteur a donné, au commencement de cette étude, un résumé succinct des lois de l'électricité générale et du magnétisme, résumé qui ne remplace pas un cours, mais qui précise le sens dans lequel ces lois sont appliquées dans le corps de cette étude. Ce résumé fait l'objet des deux premiers chapitres.

La théorie générale des dynamos est exposée très clairement dans les dix chapitres suivants, théorie s'appliquant également aux génératrices et aux moteurs ainsi qu'à tous les modes d'excitation.

Les sujets traités dans les chapitres III à XIII sont les suivants :

III. — Génération de la force électromotrice dans l'induit à anneau bipolaire.

IV. — Enroulements à anneau. Induits dentés. Enroulements doubles et multiples. Machines multipolaires.

V. — Génération de la force électromotrice dans les enroulements en tambour et en disque. Machines unipolaires.

VI. — Théorie générale des enroulements tambour fermés sur eux-mêmes.

VII. — Etude des inducteurs. Circuit magnétique de la dynamo.

VIII. — Caractéristiques magnétiques. Caractéristique à vide. Auto-excitation.

IX. — Induits dentés.

X. — Réactions diverses de l'induit sur le flux.

XI et XII. — Commutation.

XIII. — Réactions mécaniques entre l'induit et les inducteurs.

Dans les six chapitres suivants, M. Swyngedauw étudie les propriétés particulières des génératrices et des moteurs suivant leur mode d'excitation et il expose ensuite quelques idées générales sur la puissance et le rendement des dynamos, sur les distributions à tension et à intensité constantes et sur les distributions à plusieurs fils.

Ces six chapitres traitent successivement les sujets suivants :

XIV. — Propriétés générales et caractéristiques des génératrices à courant continu. Machines à excitation indépendante.

XV. — Généralités sur les récepteurs mécaniques. Electro-aimants et moteurs.

XVI. — Moteurs série, shunt et compound sur distribution à tension constante.

XVII. — Puissance et rendement des dynamos.

XVIII. — Transmission de l'énergie.

Le mode de démonstration très simple adopté par l'auteur est de nature à faciliter l'étude de la dynamo et les nombreuses figures qui accompagnent le texte en facilitent beaucoup l'intelligence.

J.-A. M.

-oo-

**Exposition internationale des industries et du travail de Turin, 1911.** Groupe V : *Électricité.* Rapport de M. Legouez. Un volume, format 28 × 18 cm, de 240 pages avec nombreuses figures (Paris, Comité français des expositions à l'étranger).

Ce très intéressant rapport ne contient pas seulement la description des machines et appareils exposés par les maisons françaises. M. Legouëz, avec sa compétence indiscutable, a eu l'heureuse idée de nous documenter sur plusieurs questions des plus importantes relatives à l'industrie électrique.

C'est ainsi que nous trouvons dans ce rapport une comparaison des expositions des différentes nations, un résumé des travaux de la Commission électrotechnique internationale et du Congrès international des applications de l'électricité, une étude sur le développement de l'industrie électrique en Italie, des considérations sur l'industrie électromécanique en Italie, des statistiques douanières et un exposé du rôle des divers pays au point de vue de l'importation en Italie.

Les électriciens français trouveront dans la lecture de ce rapport des indications précises sur l'industrie électrique et des renseignements de la plus grande utilité.

J.-A. M.

-oo-

**Statistik über Starkstromanlagen der Schweiz** *(Statistique des installations électriques à courant fort de la Suisse).* Publiée par l'Union électrotechnique helvétique et par l'Association des stations centrales de la Suisse, rédigée par le secrétariat général de l'Union électrotechnique. Un vol., format 35 × 22 cm. Prix, cartonné : 8 fr (Zurich, Société par actions d'édition et d'impression d'ouvrages techniques, éditeur, 1912).

Le recueil contient, arrêté à fin 1910, toutes les données essentielles, techniques et économiques, relatives aux stations centrales proprement dites qui vendent du courant. Il divise ces établissements en deux catégories : les stations centrales qui produisent elles-mêmes l'énergie électrique au moyen de moteurs primaires et la fournissent directement ou la cèdent à des intermédiaires; les stations centrales qui distribuent à des tiers l'énergie électrique qu'elles achètent, en fournissant cette énergie soit directement, soit après transformation.

Cette étude statistique présente, en six séries très étendues de tableaux, toutes les indications intéressantes sur les systèmes appliqués, sur l'aménagement et sur le fonctionnement des usines au sujet desquelles on a pu recueillir des informations complètes. Les stations centrales qui n'ont fourni que des données incomplètes ou qui n'offrent qu'un intérêt secondaire font l'objet d'une liste complémentaire, qui contient seulement les indications les plus essentielles. Enfin la même étude donne, dans un chapitre spécial, les données caractéristiques des stations centrales enregistrées qui offrent une importance générale; on rencontrera, dans ce dernier chapitre, maints aperçus précieux permettant d'apprécier le développement de la Suisse au point de vue économique.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Le chauffage électrique.

L'emploi de l'énergie électrique pour alimenter des appareils de chauffage présente incontestablement de très grands avantages et si cette application n'a été jusqu'à présent l'objet que de rares installations, il faut en attribuer la cause aux prix de vente de l'énergie électrique qui étaient, en quelque sorte, prohibitifs et aussi à la construction défectueuse des appareils primitifs de chauffage.

En ce qui concerne le prix de vente de l'énergie électrique, il faut reconnaître que les tarifs actuels, qui seront encore prochainement diminués, ne constituent plus un obstacle à l'emploi des appareils de chauffage, puisque, pour cette application, les usines génératrices ont diminué de moitié le prix de vente du courant servant à l'éclairage.

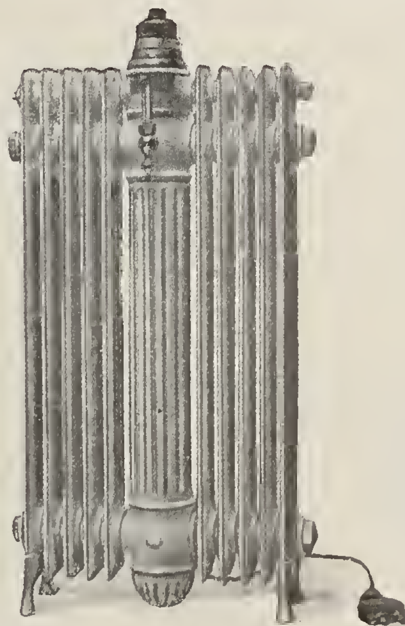


Fig. 222.

Quant aux appareils de chauffage, on peut constater que les constructeurs ont réalisé des progrès considérables, tant en ce qui concerne leur solidité, leur rendement et leur bon fonctionnement, qu'au point de vue de leur consommation d'énergie électrique.

Dans ces conditions, il n'y a point de raison pour que tous ceux qui ont de l'énergie électrique à leur disposition n'en profitent pas pour se chauffer électriquement.

Le chauffage électrique présente sur tous les autres modes de chauffage les avantages suivants : suppression de la manutention des combustibles, de l'allumage et de l'entretien des feux, des poussières, de la viciation de l'air ambiant, avantages auxquels il convient d'ajouter des installations moins encombrantes, plus économiques et faciles à réaliser.

L'appareil de chauffage électrique ne présente aucun risque d'incendie, produit une chaleur hygiénique réglable à volonté par la simple manœuvre d'un commutateur et la dépense d'énergie reste toujours exactement proportionnelle aux besoins.

Dans tous les appareils de chauffage électrique, l'énergie électrique consommée est, d'après la loi de Joule, entièrement transformée en énergie calorifique et un hectowatt-heure produit exactement 86,04 calories. En ce qui concerne le rendement électrique, il est intégral pour tous les appareils. Si on considère le rendement thermique, il n'en est plus de même, car le nombre de calories utilisées pour le chauffage de l'air ambiant est essentiellement variable pour chaque appareil.

En effet, pour échauffer efficacement l'air, il faut lui transmettre la chaleur par convection et non par radiation, car la chaleur radiante traverse l'air sans l'échauffer et ne sert qu'à chauffer les corps solides, tels que les murs, au travers desquels elle se perd. La chaleur radiante émise par un appareil de chauffage est proportionnelle à la différence de température existant entre la source de chaleur et l'air ambiant que l'on veut échauffer; il en résulte que plus grande est cette différence de température, plus la quantité de chaleur radiante est considérable et cela au détriment de la chaleur émise par convection qui est seule utilisable.

Le chauffage central à eau chaude ou à vapeur constitue une solution pratique. C'est sur les données d'une longue expérience de ces appareils de chauffage que la *Compagnie de chauffage et de nettoyage par l'électricité* a réalisé des appareils qui, comme ceux à eau chaude ou à vapeur, présentent une surface de chauffe considérable pour une température relativement basse, puisqu'elle n'atteint pas 100°. Ces nouveaux appareils électriques sont, par conséquent. comparables aux radiateurs à eau chaude ou à vapeur, dont ils présentent tous les avantages sans en avoir les inconvénients. Leur supériorité sur les autres appareils de chauffage électrique résulte de ce que leur température en fonctionnement est trop faible pour vicier l'air ou déterminer la combustion de poussières donnant des odeurs désagréables et, principalement, parce que 20 à 30 watts suffisent pour échauffer un mètre cube d'air, au lieu de 45 à 75 watts qu'exigent d'autres appareils électriques.

Les éléments chauffants de ces nouveaux appa-

reils sont constitués par des résistances métalliques qui sont inusables parce qu'elles ne sont jamais soumises à des températures élevées. De plus, la modification moléculaire qui se produit par suite du refroidissement brusque des résistances, ce qui produit une véritable trempe, ne peut se manifester dans les résistances de ces nouveaux appareils de chauffage parce que la chaleur qu'elles produisent sous l'action du passage du courant se répartit sur de grandes surfaces avec lesquelles elles se trouvent en contact. Dans ces conditions, lorsqu'on vient à interrompre le courant, les grandes surfaces en contact avec les résistances cèdent à ces dernières leur chaleur emmagasinée et l'ensemble se refroidit graduellement. Les résistances sont ainsi

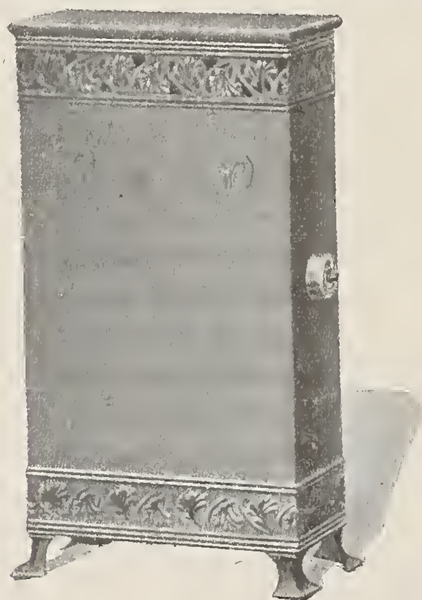


Fig. 123.

soumises à une sorte de recuit qui a pour effet d'améliorer le métal au lieu de le détériorer.

Les appareils pour chauffage continu, désignés par les constructeurs sous le nom d'*Electrydra*, sont de véritables radiateurs à eau chaude. Ce sont des appareils absolument indépendants, construits en tôle d'acier galvanisée extérieurement et intérieurement. Les éléments chauffants sont des résistances métalliques, mises complètement à l'abri de l'air et enfermées dans un tube de cuivre logé dans la colonne centrale du radiateur (fig. 122) et plongeant, par conséquent, dans l'eau. Toute la chaleur produite est transmise aux parois du radiateur par l'intermédiaire de l'eau.

Un commutateur-interrupteur, placé à la partie supérieure du tube, permet d'obtenir trois réglages de température. Un câble souple isolé part de ce commutateur; il est muni à son extrémité libre d'une prise de courant servant à relier le radiateur à la canalisation électrique.

Ces radiateurs se construisent de différentes dimensions. Le plus petit modèle a une surface de chauffe de 0,93 m$^2$ et permet de chauffer convenablement un local de 20 m$^3$. La consommation d'énergie électrique est respectivement de 511, 307 et 204 watts-heure suivant le réglage utilisé : maximum, moyen ou minimum.



Fig. 124.

Le plus grand modèle a une surface de chauffe de 9,13 m$^2$, peut chauffer un local de 200 m$^3$ et consomme respectivement, suivant le réglage utilisé, 5, 3 et 2 kw- heure.

Pour le chauffage de salons, salles à manger, chambres à coucher, cabinets de toilette et, d'une manière générale, pour toute pièce où le chauffage est intermittent, les appareils *Electrydra* ne permettraient pas d'obtenir rapidement la température voulue, parce que la masse d'eau qu'ils contiennent constitue un volant de chaleur assez considérable qui exige un certain laps de temps pour s'échauffer avant que l'équilibre de température soit atteint. Lorsqu'une pièce ne doit être chauffée que pendant un laps de temps assez

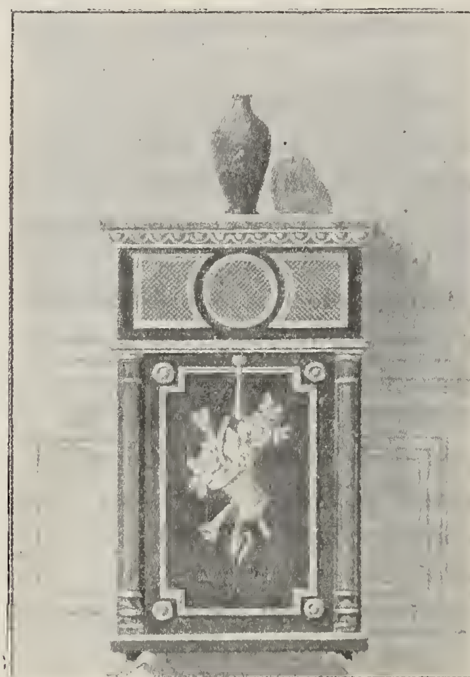


Fig. 125.

restreint, la durée d'échauffement de l'eau de l'appareil Electrydra serait un inconvénient.

Pour le chauffage intermittent, les constructeurs ont construit des appareils dits *Electraer*,

qui atteignent, en 5 à 6 minutes, l'équilibre de température. Ce sont des radiateurs à air chaud constitués par des éléments chauffants en matière réfractaire spéciale, disposés verticalement et chauffés par des résistances placées sur quelques-uns d'entre eux. L'air circulant de bas en haut dans ce radiateur s'échauffe et sort à la partie supérieure. Les éléments chauffants sont reliés entre eux par des tringles métalliques, parfaitement isolées au moyen de bagues en porcelaine; l'ensemble forme un tout compact auquel il est facile de donner toutes les formes et les dimensions que l'on désire.

Ces radiateurs (fig. 123, 124 et 125) ont l'aspect de petits meubles élégants. Ils sont construits en tôle d'acier ou de laiton et garnis de bandes estampées et découpées; ils sont plus ou moins décorés et sont surmontés d'une tablette en marbre noir.

De même que les radiateurs *Electrydra*, ils sont munis d'un commutateur permettant d'obtenir trois réglages et d'un câble souple terminé par une prise de courant.

Le plus petit modèle peut chauffer une pièce de 20 m$^3$ avec 80 m$^2$ de surface de chauffe et consomme, suivant le réglage utilisé, 500, 250 et 250 watts-heure. Le plus grand est calculé pour chauffer une pièce de 100 m$^3$ avec 3,90 m$^2$ de surface de chauffe et consomme 2,5, 1,5 et 1 kw-heure.

Les mêmes radiateurs pour chauffage de salles d'école, de bureaux, de laboratoires, etc., se construisent aussi sous forme de petits meubles unis et très simples, ou bien encore, afin de réduire au minimum l'encombrement, de forme horizontale avec pattes permettant de les fixer contre un mur.

D'autres modèles, destinés à empêcher la condensation de la vapeur et, par suite, l'écoulement de l'eau sur les vitres, sont utilisés pour être placés dans les vitrines. Ces appareils ont une faible consommation variant de 110 à 198 watts-heure, suivant leurs dimensions.

Toujours construits d'après les mêmes principes, la compagnie de chauffage a réalisé d'autres modèles pour paquebots, voitures de chemin de fer et de tramways, tels que radiateurs extra-plats, radiateurs muraux, chaufferettes, etc. (1).

J.-A. Montpellier.

# Le compas gyroscopique Sperry.

En très peu de temps, le compas gyroscopique est devenu un instrument d'une grande importance dans la plupart des marines du monde et il en existe dès à présent plusieurs systèmes intéressants.

C'est d'ailleurs l'une des plus belles applications scientifiques réalisées à notre époque et l'on a dit avec raison que son adoption représente, pour nos grands navires métalliques modernes, une étape aussi importante que le fut, dans le passé, l'introduction de la boussole magnétique; sur les navires de guerre, sur les sous-marins, par exemple, celle-ci n'est pas moins rudimentaire comparativement à la boussole gyroscopique, que les procédés des premiers navigateurs ne l'étaient vis-à-vis de l'aiguille aimantée.

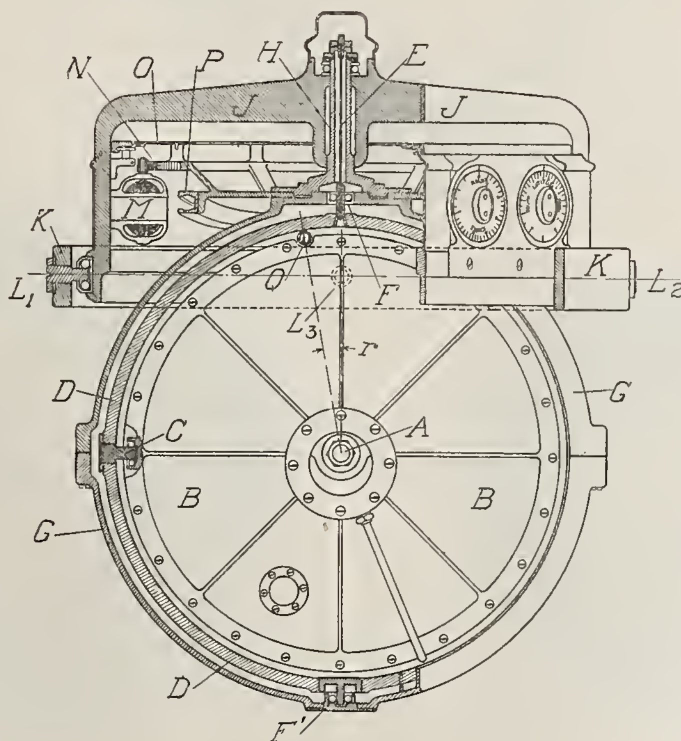



Fig. 126.

Un fait remarquable aussi dans cette innovation, c'est la rapidité avec laquelle le compas gyroscopique s'est généralisé. Des documents chinois attestent que les propriétés de l'aiguille aimantée étaient connues en Chine plus de vingt-cinq siècles avant notre ère; les Arabes, les Grecs, les Etrusques, les Latins ne les ignorèrent point; même en admettant que l'utilisation de ces procédés dans la navigation ne remonte qu'au début du treizième siècle, on peut dire que plus de six cents ans furent nécessaires pour donner à la boussole magnétique sa forme actuelle, pour réaliser une boussole vraiment précise, le compas compensé qui est en

(1) Constructeur : Compagnie de chauffage et de nettoyage par l'électricité, 31 *bis*, rue Daru, Paris.

usage aujourd'hui. Au contraire, huit ans ont suffi pour mettre sur pied, en partant des principes définis il y a soixante ans, ce merveilleux appareil qu'est la boussole gyroscopique.

Les appareils employés en Europe ont généralement été décrits par la plupart de nos revues scientifiques et techniques et celles-ci ont, en même temps, rappelé les principes et les lois du gyroscope; nous n'y reviendrons point; mais il nous paraît intéressant de décrire un système qui est très apprécié aux Etats-Unis, le compas gyroscopique Sperry, car il présente quelques particularités tout à fait remarquables.

Comme on le sait, la force directrice du compas gyroscopique résulte uniquement du mouvement qui est communiqué au gyroscope; sur terre, un compas dont le mouvement est convenablement entretenu indique le nord absolu, parce que le seul déplacement que subit le système dans son ensemble est celui dû à la rotation de la terre; mais, lorsque le compas est monté sur un corps lui-même mobile, sur un navire, par exemple, le gyroscope est soumis à une double action, celle de la rotation de la terre et celle du mouvement du navire, et il cesse d'indiquer exactement le nord; l'amplitude de la déviation est influencée par la direction du navire, la vitesse de celui-ci et la latitude à laquelle il se trouve.

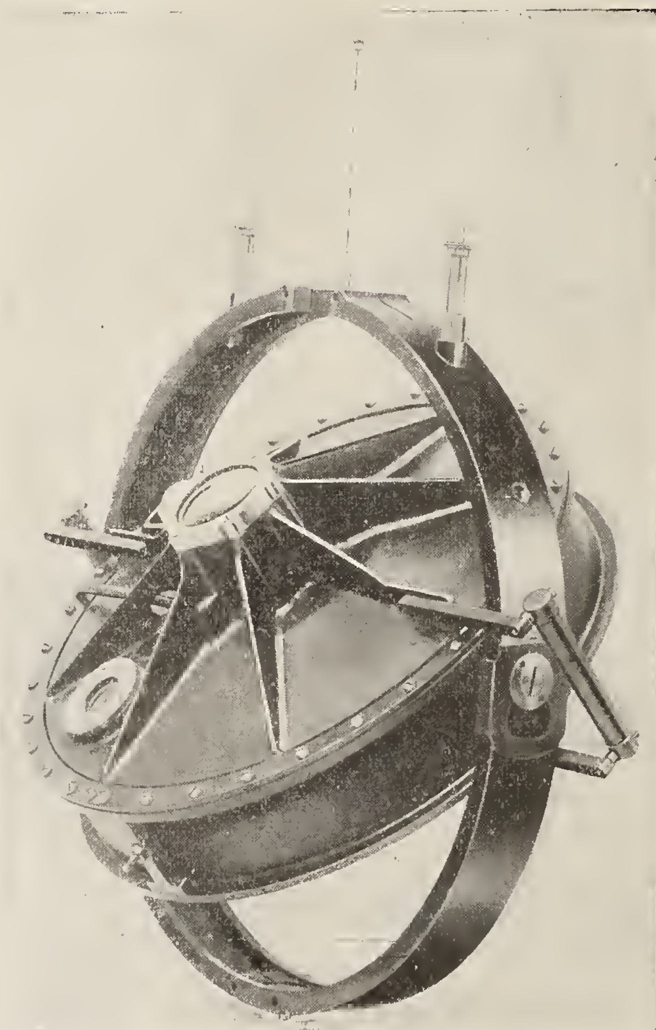


Fig. 127.

Le grand mérite de M. Sperry est d'avoir su réaliser des dispositifs qui corrigent automatiquement ces causes d'erreur et assurent ainsi la plus grande exactitude possible dans les indications directes de l'appareil; M. Sperry a, en outre, imaginé un organe indicateur qui permet de déterminer rapidement le méridien, de donner à l'instrument l'orientation convenable et d'éviter ainsi les longs retards de la mise au point que l'on doit subir avec des instruments moins parfaits.

La disposition générale des organes constituant le compas gyroscopique Sperry est représentée figure 126, qui a été aussi simplifiée que possible

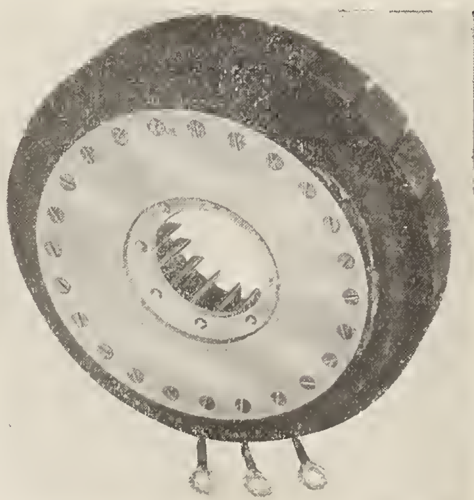


Fig. 128.

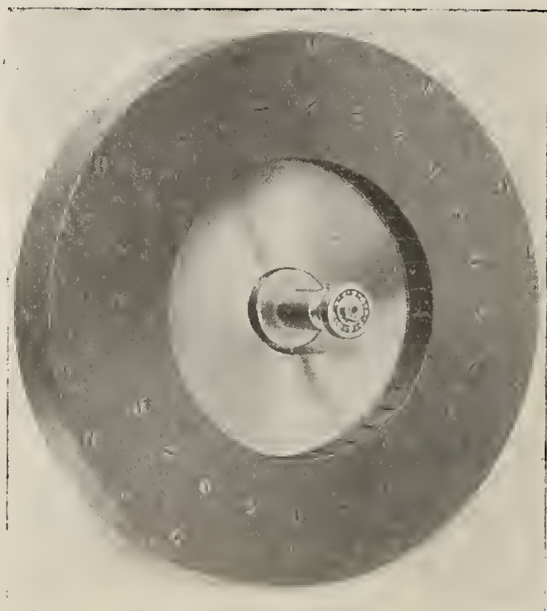


Fig. 129.

dans un but de clarté, par l'élimination des détails auxiliaires et des liaisons électriques.

L'instrument comprend essentiellement, comme on peut le voir, une roue gyroscopique tournant sur son axe horizontal à billes A dans une boîte à vide B; celle-ci pivote sur l'axe horizontal C, passant, par son centre de gravité, sur l'anneau vertical D ou élément sensible.

L'élément est lui même suspendu par le fil sans torsion E à l'intérieur de la carcasse G et il pivote sur les paliers F et F', ce qui lui laisse une certaine liberté d'oscillation; la carcasse G est munie d'une queue H, à la partie supérieure de laquelle est fixée la suspension E et qui permet au système de tourner sur le bâti J; la carcasse G s'appelle anneau-fantôme, parce qu'elle tend à suivre les mouvements de l'anneau vertical proprement dit D, ainsi que nous le verrons.

Le bâti est monté à son tour dans l'habitacle sur une suspension à la cardan, formée de l'anneau K et des pivots *L 1, 2, 3* et *4*.

Le système mobile est représentée figure 127.

La roue gyroscopique est actionnée, dans la boîte prémentionnée, où est fait le vide, à une vitesse de 8600 tours environ, par un petit moteur triphasé. La puissance absorbée est de 204 volts-ampères approximativement; elle est donc légèrement inférieure à celle qu'emploie, par exemple, d'après des chiffres donnés par M. Elphinstone, le gyroscope Anschutz, pour fournir un couple moteur dix fois moins fort; cette supériorité provient du mode de suspension employé et de la moindre vitesse de rotation de la roue gyroscopique; dans le système Anschutz, celle-ci tourne à 20100 tours par minute. La réduction de la vitesse de marche est également favorable à la bonne conservation des paliers, lubrifiés à l'huile et protégés par des capsules hermétiques; ceux-ci peuvent servir sans nettoyage pendant un mois et plus et, au bout d'une année, l'usure n'est pas appréciable

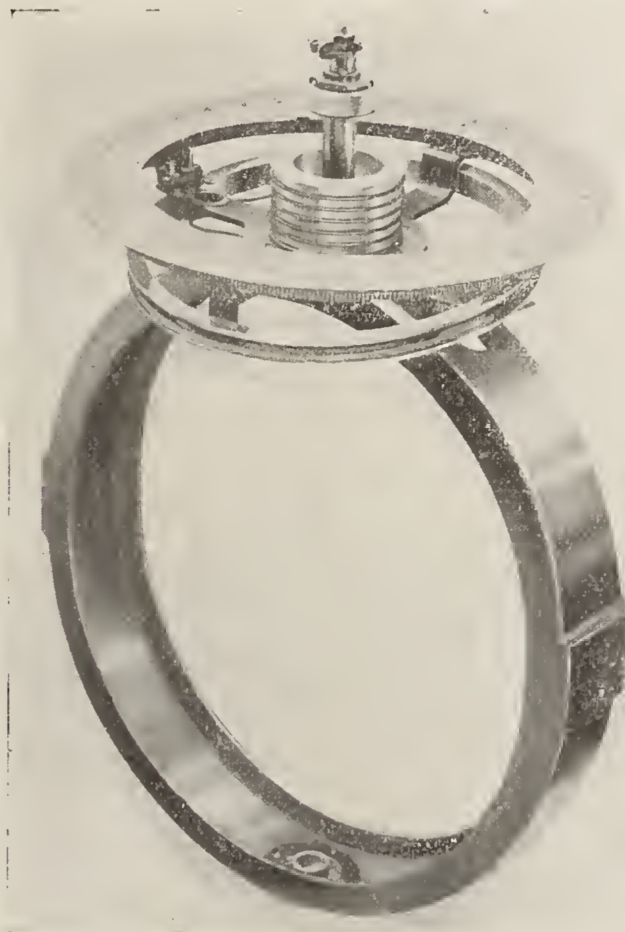


Fig. 130.

Le moteur est de construction très simple; il ne comporte pas de collecteur; il est formé : 1° d'un stator (fig. 128), composé d'un noyau en fer à encoches et de quelques tours de gros fils placés dans ces encoches, et, 2°, d'un rotor (fig 129), sans aucun bobinage, placé directement à l'intérieur de la roue gyroscopique. L'enroulement du stator est disposé de manière à éviter tout échauffement local; les conducteurs du rotor sont formés de barres de cuivre; l'axe est en acier; les paliers ont été étudiés de manière à éviter toute irrégularité de pression pouvant résulter d'un défaut de centrage de la roue, laquelle est également en acier de qualité supérieure.

La boîte de la roue, dont une vue est donnée à la figure 127, porte les paliers de celle-ci et les organes de lubrification, ainsi que la tubulure pour l'aspiration de l'air, un manomètre et des contrepoids; elle est munie d'une petite fenêtre permettant d'observer le fonctionnement de la roue.

On voit aussi, sur la même figure, l'anneau vertical dont il a été question plus haut et la suspension de cet anneau; la boîte est placée dans un équilibre parfait et elle garde toute position où elle est amenée.

La suspension est formée de quelques brins de corde de piano; elle est réglée au moyen de la vis et de la contre-vis que l'on voit à la partie supérieure de la figure 130.

Celle-ci représente la dernière des parties dont nous avons parlé jusqu'à présent, le fantôme; avant de passer à la description de cette pièce, revenons un instant au croquis de la figure 126.

Le bâti prémentionné J porte un petit moteur M qui agit, par son pignon, sur la roue dentée N, laquelle fait partie de la carcasse G et lui communique des mouvements qui la font se déplacer synchroniquement avec l'anneau D.

Le fonctionnement du moteur est contrôlé par de petits galets de contact fixés sur l'anneau vertical D et frottant contre des contacts fixes *b b'* (fig. 131) montés sur l'anneau-fantôme G; le jeu de ces contacts est montré figure 132; l'installation comprend, outre les contacts et le moteur M, une source de courant *d*; le moteur est pourvu de deux groupes d'enroulement d'excitation, en opposition, *f f'*; l'élément semble être fixé dans l'espace; lorsque la direction du navire se modifie, les galets *a* se déplacent sur les contacts *b b'* et déterminent ainsi la mise en mouvement du moteur dans un sens ou dans l'autre, jusqu'au moment où, l'anneau-fantôme s'étant déplacé, les deux parties ont repris leur position relative, l'une vis-à-vis de l'autre.

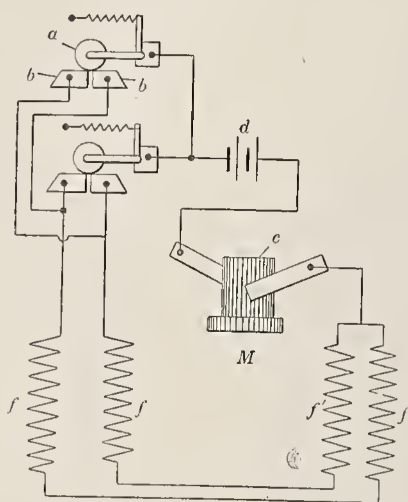



Fig. 131.

L'anneau-fantôme G est donc amené automatiquement à suivre instantanément tout déplacement de l'élément sensible D et, par conséquent, il traduit toutes les déviations de la direction du navire par rapport à la direction du gyroscope. C'est lui qui porte le limbe indicateur.

Le fantôme est muni encore d'un double niveau à bulle d'air; comme l'axe du gyroscope doit normalement être incliné sur l'horizon lorsqu'il ne se trouve pas dans le plan méridien, la position des bulles du niveau indique si l'appareil fonctionne régulièrement ou non; s'il ne se trouve pas dans le plan, on l'y ramène à la main.

D'autre part, tout en suivant les mouvements de l'élément, le fantôme est indépendant de celui-ci et il peut donc être employé pour en amortir les oscillations; ce résultat est obtenu en établissant entre les deux parties intéressées, entre la boîte B et le fantôme G, une liaison électrique, au moyen de deux petits ressorts; l'agencement de ce dispositif est montré figure 132, qui représente une coupe de la suspension dans un plan perpendiculaire à celui de la figure 126; les deux ressorts sont marqués Q Q et S est le point d'attache avec la boîte du gyroscope.

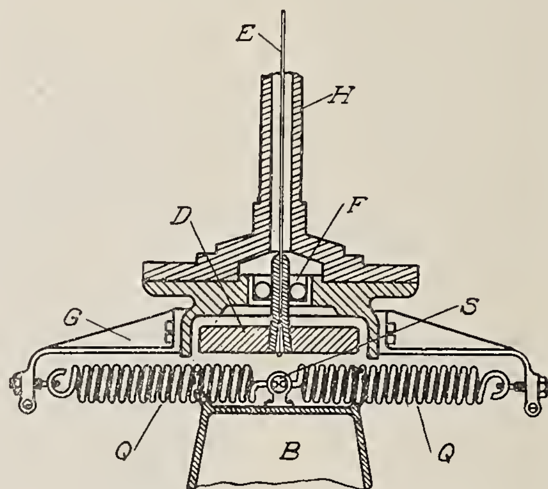



Fig. 132.

*(A suivre).* H. MARCHAND.

# Calcul pratique des distributions d'énergie

## PAR COURANT CONTINU

*(Suite)* (1).

**Distribution à tension constante.** — L'exécution de ces distributions, dont nous avons, dès le début, esquissé le principe, est dominée par la nécessité d'assurer à tout récepteur une tension uniforme. En pratique, il y a une certaine tolérance; la tension peut varier de quelques pour cent entre les divers récepteurs. Il suffit que ces variations soient sans effet sensible sur le fonctionnement des appareils; leurs limites, tirées de l'expérience, sont généralement fixées dans les cahiers des charges.

Si on tolère ces différences de tension, c'est qu'on ne peut pas faire autrement. Les conduc-

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, p. 84 n° 1129, 17 août, p. 103, n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197, n° 1136, 5 octobre, p. 214, n° 1137, 12 octobre, p. 229 et n° 1138, 19 octobre, p. 247.

teurs qui relient les récepteurs à la source ne peuvent faire leur office qu'au prix d'une chute de tension, si faible soit-elle. En théorie, on arriverait cependant à la parfaite constance de la tension ; il suffirait de relier individuellement chaque récepteur à la source, les liaisons étant déterminées par la condition de donner lieu toutes à la même perte ohmique. On réserve aux feeders cette disposition qui serait impraticable si on voulait l'appliquer à chaque récepteur. Impraticable et inutile, en raison de ce fait d'expérience, — rappelé plus haut, — que le fonctionnement des appareils n'est pas altéré d'une façon appréciable par de petites différences de tension.

Il importe donc seulement, quand on établit un réseau à potentiel constant, de s'assurer que les dispositions adoptées satisfont à la condition fondamentale, c'est-à-dire qu'entre les tensions aux bornes des récepteurs placés dans les conditions les plus opposées par rapport à la source, il ne puisse s'établir, dans aucune circonstance du fonctionnement, des différences supérieures à la limite permise.

On se rend compte que cette manière de voir laisse une grande latitude dans le travail de détermination d'un réseau et que le même problème est susceptible d'une certaine diversité de solutions, parmi lesquelles il y en aura nécessairement une qui réunira la plus grande somme d'avantages. C'est à découvrir cette meilleure solution que doit s'employer l'art de l'ingénieur.

La nature de la question fait assez voir qu'on ne saurait donner de solution générale, toute faite, immédiatement applicable, d'une façon en quelque sorte mécanique, à ces problèmes complexes.

La puissance et la situation topographique des récepteurs sont données à l'avance; on imagine alors un dispositif de distribution en s'inspirant de l'aspect du *groupement des charges* et des circonstances locales. C'est à dessein que nous employons ici l'expression *groupement des charges* qui renferme les deux idées de puissance et de situation des récepteurs, idées qui doivent rester étroitement associées dans une étude de ce genre, On pourra, en effet, écarter relativement les mailles du réseau dans une partie où il y aura de petites charges en assez grand nombre, alors qu'il faudra les resserrer si la puissance des récepteurs est plus grande et si, par exemple, il y a seulement un petit nombre de récepteurs de grande puissance. Cela résulte de la nécessité de limiter la chute de tension des récepteurs les moins favorisés. Les circonstances locales ont aussi leur importance, qu'on aurait grand tort de méconnaître, surtout dans les petites villes ou dans les villages, où l'hostilité ou les exigences de tel ou tel propriétaire peuvent conduire à adopter un tracé désavantageux au point de vue de la théorie. Enfin les conducteurs doivent nécessairement emprunter le trajet des rues, routes ou chemins, s'il s'agit de distributions publiques, suivre certains passages à l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments s'il s'agit d'installations privées, usines, châteaux, etc. En résumé ces tracés, dans la réalité, ne sont arbitraires que dans une faible mesure; ils sont parfois imposés et s'ils ne le sont pas, le nombre de ceux qu'on peut proposer est toujours fort limité.

Lorsqu'on en a adopté un, — et avec un peu d'expérience on arrive à pressentir celui qui doit être préféré, — on vérifie, en se servant des procédés que nous allons indiquer, s'il satisfait aux diverses conditions techniques et locales à respecter, on le retouche et après quelques tâtonnements on arrive au résultat désiré.

Le dispositif adopté affecte naturellement des formes aussi variées que le sont, d'une installation à une autre, les exigences du service à assurer. Mais, malgré cette variété, les mêmes procédés de calculs s'appliquent.

Quand on le peut, — et c'est le cas d'une distribution urbaine un peu étendue, — on dispose des conducteurs principaux qui longent les rues et qu'on raccorde entre eux aux croisements; on constitue de la sorte des figures fermées qui présentent l'aspect des mailles d'un filet, d'où est venu le nom de réseau qui est resté pour désigner l'ensemble des conducteurs d'une distribution.

Mais il n'est généralement pas possible de relier tous les conducteurs de façon à constituer de telles figures fermées. Aussi, dans le cas le plus général, les conducteurs d'une distribution d'énergie électrique affecteront la forme d'un réseau central s'appliquant sur le réseau de voirie et prolongé dans un certain nombre de directions par des conducteurs isolés destinés à desservir des récepteurs ou groupes de récepteurs éloignés.

Si le tracé du réseau se trouve à peu près complètement déterminé par les considérations qui précèdent (nous verrons tout à l'heure pourquoi ce n'est qu'à peu près), il reste à déterminer la section des conducteurs qui le constituent. Ce problème est lié à celui de la détermination du nombre des feeders et des *centres d'alimentation*. Nous appelons ainsi les points où les feeders viennent se raccorder aux conducteurs du réseau. Chaque centre d'alimentation est un point maintenu à une tension constante quel que soit la charge du réseau, puisque c'est cette condition qui définit et détermine les feeders. Il est clair

que si les centres d'alimentation sont nombreux, les conducteurs du réseau qui les joignent ont des longueurs moindres, occasionnent de moindres chutes de tension et peuvent avoir des sections moindres. L'inverse a lieu s'ils sont peu nombreux. On voit ainsi comment la section des conducteurs du réseau dépend du nombre des feeders.

Or la question, dans chaque cas particulier, est de réaliser *l'ensemble de la distribution* de façon à tendre vers le *minimum des frais annuels d'exploitation.* Nous avons vu que ce minimum s'établit en faisant une balance entre l'énergie et d'apprécier les pertes d'énergie. Le résultat de la comparaison de ces deux nombres indiquera dans quel sens on doit modifier soit la section des conducteurs du réseau, soit le nombre et par suite la section des feeders. Par exemple, si on a choisi des sections déjà fortes pour les conducteurs du réseau, de façon que la densité de courant n'y soit élevée nulle part, il est clair que l'amélioration, s'il en doit être cherchée une, s'obtiendra en ajoutant quelques centres d'alimentation, c'est-à-dire quelques feeders.

Souvent aussi ce premier calcul conduira à

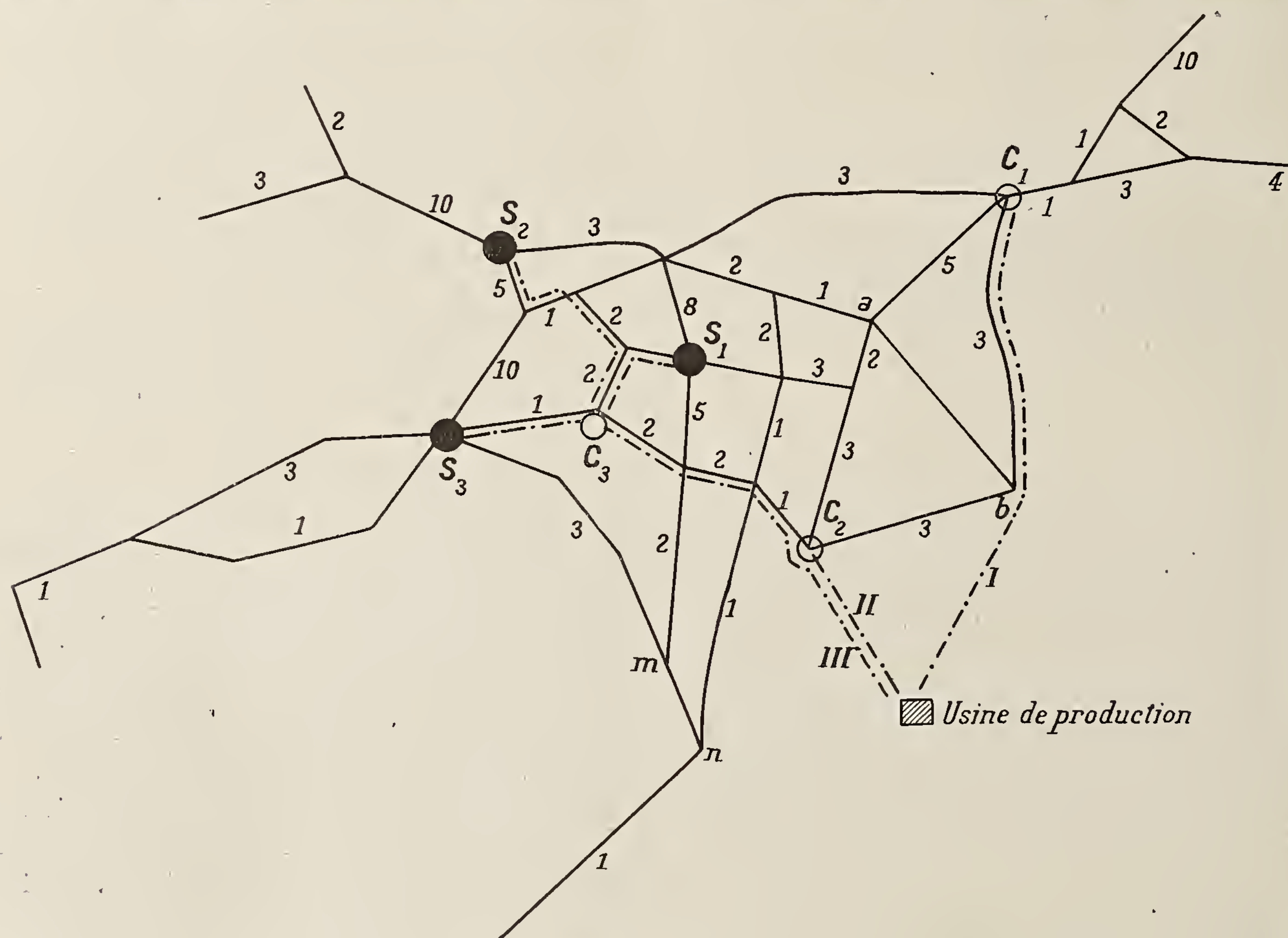



Fig. 133.

perdue annuellement et les frais d'intérêt et amortissement. Alors, on choisira la section des conducteurs du réseau en rapport avec le courant qu'ils doivent supporter, puis, on se fixera également *a priori* un nombre de feeders jugé convenable et pour le choix duquel l'expérience acquise sera le meilleur guide. Ce qu'on se fixe d'ailleurs, c'est à proprement parler les *centres d'alimentation,* — le nombre des feeders en résulte, — par la connaissance qu'on possède des charges du réseau et la condition de limites des chutes de tension à la valeur convenable. Ceci fait, on calcule le courant que devra débiter chaque feeder et on détermine les feeders au moyen des méthodes précédemment exposées. On est alors en mesure de faire le poids de cuivre total feeder et réseau modifier certains des conducteurs du réseau, à ajouter certaines liaisons supplémentaires, peut-être aussi à introduire des sous-feeders, c'est-à-dire à relier les aboutissements de certains feeders à plusieurs points du réseau par l'intermédiaire de conducteurs ne comportant aucun branchement de récepteurs en cours de route.

La figure 133, qui n'a qu'un intérêt schématique, montre ce que peut être un tel dispositif. On y a marqué à côté de chaque conducteur du réseau un chiffre proportionnel à la charge répartie le long de ce conducteur. On y voit trois centres d'alimentation : $C_1$, $C_2$, $C_3$, dont le dernier $C_3$ est relié à trois centres secondaires $S_1$, $S_2$, $S_3$, par trois sous-feeders. Si on suppose que ce dessin est fait à une certaine échelle au point de vue topo-

graphique, on verra que le choix de ces centres d'alimentation est justifié par le *groupement des charges*. On remarquera les conducteurs *a b* et *m n* du réseau qui ne portent aucune charge et ne sont que des conducteurs d'équilibre destinés à concourir au maintien de la tension. Evidemment, il y aurait, comme nous l'avons dit, à calculer ce dispositif et voir si des dispositions meilleures devraient prévaloir.

Bien souvent l'incertitude dans laquelle on est des charges réelles vient compliquer la question et il faut encore observer que les charges peuvent varier aux divers moments de la journée. Il faut donc apprécier les pertes d'énergie dans la dis tribution à divers états de charge.

La détermination des feeders exige la connaissance de leur longueur et par conséquent celle de l'emplacement de l'usine génératrice. Il est évident qu'il y a intérêt à choisir cet emplacement de façon à rendre minimum le poids de cuivre employé dans les feeders.

On a produit, à ce propos, une théorie dans laquelle on assimile les charges, c'est-à-dire les ampères consommés aux divers points, à des masses concentrées aux mêmes points. Ces masses seraient représentées par les mêmes nombres que les ampères auxquels on les fait correspondre. On montre ensuite que l'économie maximum est obtenue lorsqu'on donne à l'usine génératrice l'emplacement correspondant au centre de gravité des masses. Cette ingénieuse théorie, qu'on retrouve dans un grand nombre d'ouvrages, n'est malheureusement d'aucune utilité pratique. La considération d'économie de cuivre n'est ici qu'un élément, le plus souvent secondaire, du problème ; les questions de facilité d'accès, d'approvisionnement, de manutentions, sont plus importantes et suffiraient généralement à déterminer le choix, si ce choix était libre. Or il ne l'est généralement pas. En fait, l'emplacement de la station génératrice est presque toujours imposé par la condition de trouver des locaux ou un terrain disponibles. Presque toujours, surtout dans les agglomérations importantes, cet emplacement est excentrique par rapport au groupement des charges. Souvent il faut utiliser une usine existante, une chute d'eau. Bref le choix, si choix il y a, est toujours limité à un très petit nombre d'emplacements dont il faut accepter la situation telle qu'elle se présente par rapport au groupement des charges. Pour chacun d'eux on fera rapidement une évaluation grossière du coût des feeders et la comparaison de ces évaluations sera un des éléments de la décision à prendre.

En somme, ce sont beaucoup plus des raisons d'ordre économique et commercial qui détermineront le choix de l'emplacement de l'usine génératrice, dans le cas où un choix est possible.

Une fois fixés la situation de l'usine et le tracé du réseau, le calcul peut intervenir utilement, comme nous l'avons rapidement esquissé, pour la détermination de la section des conducteurs du réseau, du nombre et de la position des centres d'alimentation.

La condition qui préside à ces déterminations c'est, nous le répétons, que dans tout état de charge, les récepteurs, quels qu'ils soient, reçoivent aux bornes une différence de potentiel sensiblement constante, la tolérance de variation ne dépassant pas quelques pour cent.

Des méthodes de calcul basées sur les lois de Kirchoff permettent de calculer les courants dans les divers conducteurs et dans les feeders.

Avant d'aborder ces questions dans leur généralité, nous traiterons d'abord quelques cas particuliers qui sont en quelque sorte des éléments du problème complet et dont nous retrouverons ultérieurement l'emploi. Ce sont les divers cas de distribution en boucle et d'une ligne alimentée par une seule ou par deux de ses extrémités et desservant un certain nombre de récepteurs répartis sur sa longueur.

Ch. Vallet.

*(A suivre.)*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ACCUMULATEURS

### L'accumulateur Hannover.

A propos de l'accumulateur construit par M. Hannover, principal du collège technique royal de Copenhague, que nous avons déjà eu l'occasion de signaler (1), nous relevons dans l'*Electrical Engineering* les informations suivantes :

Un des nouveaux éléments a été chargé et

(1) Voir l'*Electricien* du 8 juin 1912, page 362.

déchargé 50 fois, six mois durant, et il est encore en bon état. Les plaques essayées mesuraient 45 × 30 × 6 mm; le courant de charge était de 0,18 ampère et le courant de décharge de 0,13 ampère, en sorte que l'intensité du courant de décharge s'élevait à environ 0,005 ampère par cm². On a constaté que le rendement utile, en ampères-heure, est de 91 0/0.

On estime qu'une voiture automotrice électrique représentant, avec quatre voyageurs et le conducteur, un poids d'environ 4 tonnes, peut parcourir 100 km, à raison de 25 km par heure, avec une seule charge d'un accumulateur ordinaire; mais si les plaques du nouvel accumulateur se prêtent, comme on l'espère, aux conditions de l'automobilisme, il sera possible de porter la distance parcourue, avec une seule charge, à 300 ou 400 km.

On prévoit encore que le nouvel accumulateur trouvera un emploi avantageux dans les installations électriques qui transforment en courant la force motrice du vent et qui se rencontrent assez fréquemment, en Danemark, dans les exploitations agricoles.

Le principal mérite de l'élément Hannover serait de présenter un poids extrêmement faible par kw-heure de capacité, ce que l'on obtiendrait avec des plaques formées d'un alliage de plomb, percées de millions de trous microscopiques. Ce sont ces perforations qui rendent la plaque éminemment poreuse et augmentent considérablement la surface active.

Pour fabriquer ses plaques, M. Hannover met à profit les propriétés de ce que l'on appelle l'alliage « eutectique » de plomb et d'antimoine. Quand on fait fondre et qu'on laisse ensuite se solidifier un alliage contenant un pourcentage de plomb plus élevé que celui d'antimoine, l'examen microscopique montre que le plomb se solidifie le premier sous forme de cristaux dont les dimensions augmentent graduellement, laissant entre eux des espaces remplis d'un alliage qui se solidifie à une température plus basse. Aussitôt que la température tombe à 228° C, le métal en fusion restant, qui contient une proportion de 87 0/0 de plomb et de 13 0/0 d'antimoine — c'est l'alliage « eutectique » — se solidifie simultanément. Ainsi, dans le cas d'un alliage plomb-antimoine contenant 4 0/0 de ce dernier métal, 69 0/0 de la plaque seront formés de plomb pur, et cette plaque portera de petites perforations remplies d'un alliage qui est composé des 27 0/0 qui restent de plomb avec les 4 0/0 d'antimoine. Si la plaque est réchauffée jusqu'à 228° C, ce dernier alliage entre de nouveau en fusion et peut être éliminé, laissant une plaque de plomb percée de petits trous innombrables.

Tel est le principe d'après lequel les plaques de l'accumulateur Hannover sont formées. Théoriquement, tout l'antimoine devrait être éliminé, mais, en réalité, il en reste une petite quantité, laquelle, sans exercer un effet appréciable sur la capacité, renforce quelque peu la plaque.

On a essayé divers moyens pour éliminer l'alliage eutectique : on a notamment employé de l'huile sous pression, de l'anhydride carbonique comprimé. On s'est simplement borné à échauffer la plaque et à faire sortir l'alliage eutectique en la secouant; mais la méthode qui semble avoir donné les meilleurs résultats consiste à faire tourner la plaque de manière que la matière convenable se trouve chassée par l'action de la force centrifuge. En faisant varier la composition de l'alliage initial, la température et la vitesse de rotation, l'on a pu obtenir des plaques présentant des degrés divers de porosité. Par exemple, plus est élevée la température à laquelle on soumet la plaque, plus est grande la quantité de plomb qui est fondue avec l'alliage eutectique. — G.

## EXPOSITIONS & CONGRÈS

### Une exposition électrique ambulante.

On lit dans l'*Electrician* que la Compagnie américaine de chemin de fer dite « Albany Southern » a récemment organisé, sur son réseau, un train spécial portant une exposition électrique destinée à recruter une clientèle parmi les populations rurales. Ce train était formé de deux wagons garnis d'appareils électriques, tels que moteurs, pompes, moulins, aspirateurs par le vide et machines à laver. Il demeurait une journée dans chacune des gares du territoire desservi. Une voiture était consacrée aux dispositifs nécessitant, pour fonctionner, l'intervention d'un moteur; pompes petites et grandes (directement couplées ou reliées par une courroie de transmission), moulins à café, pulvériseurs d'os et hacheurs de viande, différents types de machines à laver, etc. L'autre voiture renfermait toute une collection d'articles électriques de ménage, rangés sur des tables, plus une cuisine électrique complète comprenant un fourneau et un four électrique, des réchauds, des percolateurs de café, des grils à rôties, des bouillottes, etc., le tout relié à une source de courant. On y préparait des biscuits, des rôties, des petits pains, des gâteaux, du sucre candi, du café, etc., qui étaient servis aux visiteurs. Enfin, des éventails électriques et un ozoniseur assuraient la ventilation d'une manière éminemment satisfaisante. Les résultats de cette exhibition ont pleinement répondu aux espérances, et les visiteurs ont été nombreux. La compagnie intéressée déclare que le nombre des commandes recueillies, particulièrement en ce qui concerne les appareils actionnés par des moteurs, a pleinement justifié l'expérience de vulgarisation ainsi tentée. — G.

## ÉLECTROCHIMIE

### Fixation électrique de l'azote atmosphérique.

L'*Electrical Review* apprend de Gothenburg que deux ingénieurs suédois, MM. Bjorne et Torsell, ont récemment imaginé, pour l'extraction de l'azote atmosphérique, un nouveau procédé dans lequel l'emploi du courant tiré de l'énergie hydraulique ne présenterait qu'une importance secondaire.

Une compagnie s'est formée à Gothenburg, voilà un an, sous l'appellation de « Kvafveindustrie », pour exploiter ce procédé, et les résultats qu'elle a obtenus ont donné toute satisfaction. La même compagnie se propose maintenant d'aménager une importante usine pour appliquer le procédé Bjorne-Torsell sur une grande échelle. — G.

### Corrosion du fer par les courants vagabonds.

La *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* rapporte que des recherches ont été effectuées aux États-Unis pour déterminer dans quelle proportion la perte effective de poids, éprouvée par les pièces de fer soumises à l'action des courants vagabonds, correspond aux quantités indiquées par la théorie. Les recherches en question ont eu lieu avec des sortes diverses de fer et dans des sols différents; elles ont révélé des valeurs plus élevées que celles déterminées d'après la loi de Faraday. Les résultats des mesures opérées se résument comme il suit : la destruction électrolytique du fer logé dans l'argile et dans le sable demeure indépendante de la chute de tension; elle n'est occasionnée que par l'intensité. Même avec des différences de tension de moins de 1 volt entre le tube en fer et la plaque de terre, on peut observer de fortes corrosions. Avec des intensités variant entre 18 et 54 milliampères par m$^2$, la diminution de poids du métal est le plus souvent supérieure à la valeur donnée par la théorie. Une surface rugueuse favorise la production de corrosions, particulièrement sur les tubes en acier, dans une mesure moindre que sur les tubes en fonte. Avec une surface lisse, les différences résultant de la matière attaquée disparaissent. Comme la résistance de la fonte est bien plus considérable que celle du fer forgé, l'intensité et, par suite, la corrosion, à égalité de chute de tension, se trouvera être moindre sur la fonte en outre, la couche d'oxyde se développant sur la fonte forme une espèce de dépôt graphitique qui ferme les perforations résultant de la corrosion, tandis que les mêmes perforations demeurent ouvertes sur le fer forgé. — G.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### L'industrie électrique italienne en 1911.

Durant l'année 1911, lisons-nous dans la *Rivista tecnica d'Elettricità*, 37 entreprises électriques italiennes déjà existantes ont augmenté leur capital social d'une somme totale de 40 millions de francs. Cette somme a été surtout consacrée à la mise en valeur de l'énergie hydraulique et à la production du courant destiné à la traction, à la force motrice et à l'éclairage.

D'autre part, 23 nouvelles sociétés se sont légalement constituées durant la même année de 1911, avec un capital social total de 6 573 600 fr, tandis que 8 sociétés, représentant un capital social de 3 millions de fr, ont cessé leurs exploitations.

L'augmentation ci-dessus de 40 millions de fr ne comprend pas les nouveaux apports de capitaux dont ont bénéficié les entreprises électrochimiques et celles de tramways, non plus que les sociétés électriques étrangères qui exercent leur activité en Italie.

Tout permet d'espérer que l'année 1912 sera encore plus favorable, pour l'industrie électrique italienne, que les exercices précédents. — G.

### L'industrie électrotechnique en Espagne.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Anzeiger*, les détails ci-après sur l'importance actuelle de l'industrie électrotechnique espagnole :

L'année dernière, on comptait en Espagne 1796 usines produisant du courant électrique. Ces usines comptaient 2685 générateurs et donnaient une puissance totale de 277 907 ch. Le plus grand nombre des usines électriques se trouve en Catalogne où l'on en compte 310 avec 527 générateurs débitant 38 767 ch au total. Madrid possède 53 usines qui font fonctionner 154 générateurs et produisent 38 767 ch. On trouve encore de nombreuses usines de même genre dans les provinces de Gérone. Guipuzcoa, Navarre, Oviédo, Séville, Valencia, Biscaye et Saragosse. C'est dans les provinces d'Avila, Lugo et Zamora que l'industrie électrique présente le moins d'activité. 1030 usines, avec 1704 générateurs et une production de 187 103 kw, sont affectées à des fins industrielles. 824 installations avec 1019 générateurs et une puissance de 26 619 kw, vendent du courant aux particuliers. On a utilisé l'année dernière, pour l'éclairage public, 166 278 lampes électriques, dont 164 136 à incandescence et 2142 à arc. Cette même année, les moteurs en service étaient au nombre de 4745.

Ce sont surtout les entreprises électriques allemandes qui alimentent en machines, moteurs, appareils et instruments le marché espagnol. Les importations faites en Espagne ont atteint les

valeurs suivantes : 10,1 millions de fr en 1909, 10,2 millions de fr en 1910, et 12,1 millions de fr en 1912. — G.

## LAMPES

### Allumage des gaz inflammables par les lampes électriques.

Suivant l'*Engineering News*, en présence de l'emploi de plus en plus fréquent de lampes électriques portatives dans les exploitations minières, le bureau des mines des Etats-Unis a récemment fait exécuter des expériences préliminaires sur l'allumage des gaz inflammables dû à la rupture des petites ampoules au moment où les filaments de tungstène se trouvent portés à l'incandescence. Dans toutes ces expériences, les filaments étaient incandescents lors de la rupture des ampoules. 131 ampoules furent brisées dans un mélange de gaz naturel et d'air combinés en la proportion de 8,6 0/0 de gaz et de 91,4 0/0 d'air, ce qui constitue le mélange le plus explosif. En outre, 45 e sais ont eu lieu dans des mélanges de gaz et d'air autres que le plus explosif, et contenant des proportions de 3 à 12, 4 0/0 de gaz. Les mélanges contenant de 5 à 12,4 0/0 de gaz ont pu être allumés par des ampoules à 1,5 bougies (0,3 ampère sous 3,5 volts) mises en pièces au moment de la combustion au régime de tension normale. 99 essais effectués lors du régime de tension normale ou au-dessous, ont donné 66 allumages, ou 66 0/0. 30 essais, effectués alors que la tension normale se trouvait dépassée, ont donné 12 allumages ou 40 0/0. — G.

### Solidité mécanique des lampes à filament métallique étiré.

L'*Electrical Engineering* rapporte que, tout récemment, un autobus s'est jeté contre un réverbère dans Marylebone Road (Londres.) Le choc fut si violent que la colonne se brisa en deux et que la lanterne, précipitée sur le sol, eut tous ses verres mis en pièces. Si extraordinaire que la chose puisse paraître, on constata que les lampes Osram contenues dans cette lanterne étaient demeurées intactes : quand on eut lancé le courant, elles s'allumèrent instantanément, donnant leur éclat accoutumé. Voilà une preuve remarquable de la solidité mécanique des lampes Osram à filament étiré. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Réseau de stations radiotélégraphiques projeté par la marine des Etats-Unis.

Nous lisons dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que la marine de guerre des Etats-Unis songe à établir un réseau important de stations radiotélégraphiques. D'après ce projet, on édifierait à Arlington (près Washington), ainsi qu'en un point du canal de Panama, puis à San Francisco, à Pearl Harbor (Hawaï) et dans les îles Tutuila (Samoa), Guam (Mariannes) et Luzon (Philippines) de puissants postes, d'une portée d'au moins 4800 km, qui communiqueraient tous entre eux. La station d'Arlington serait le point central du réseau ; pour le support de son antenne, elle disposerait de trois tours en treillis d'acier dont la plus grande mesurerait 195 m de hauteur, et les deux autres chacune 135 m. L'énergie primaire destinée à produire les ondes électriques serait de 100 kw. — G.

## RECETTES

### Soudure de l'aluminium.

L'*Electrician* signale un mémoire sur la soudure des métaux, récemment publié en Angleterre par M. A. E. Tucker, dans lequel l'auteur étudie assez longuement la question de la soudure de l'aluminium.

M. Tucker explique que, si on nettoie avec un certain fondant les deux surfaces d'aluminium traitées; si, en outre, on emploie un alliage (soudure) contenant un pourcentage élevé d'aluminium et additionné d'un métal qui réduira son point de fusion un peu au-dessous de celui de l'aluminim pur, on peut obtenir une liaison satisfaisante capable de supporter même l'essai de la vapeur chaude. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Service télégraphique d'informations à l'usage de l'aérostation en Allemagne.

On lit dans la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* que l'aérostation allemande bénéficie, depuis le mois de juin dernier, d'un service télégraphique d'informations sensiblement perfectionné. En outre du bureau central de l'observatoire aéronautique prussien de Lindenberg, on a installé à Francfort-sur-Main, pour l'Ouest de l'Empire, un nouveau bureau central rattaché à l'observatoire météorologique de la même ville. Ces bureaux centraux sont chargés de fournir, à tous les intéressés, des communications sur les conditions et pronostics atmosphériques, en tenant particulièrement compte des besoins de la navigation aérienne. Les deux bureaux centraux de Lindenberg et de Francfort — en outre des renseignements sur lesquels sont basés les pronostics atmosphériques ordinaires — reçoivent chaque matin, entre 8 et 9 heures, de 15 stations allemandes et parfois aussi de quelques stations étrangères, des renseignements sur les

conditions dans lesquelles souffle le vent. Ils reçoivent, en outre, de 600 bureaux de poste de l'Empire, lorsqu'une tempête menace ou éclate, des avis télégraphiques d'après lesquels ils peuvent déterminer le caractère et le sens de la marche du phénomène. Ils peuvent donc, une demi-heure après qu'un orage se manifeste dans le rayon du réseau des observatoires allemands, lancer des avis télégraphiques. Ils préviennent d'abord de la manifestation des orages les observatoires météorologiques, en sorte que ces derniers puissent aviser les aéronautes de leur ressort.

Le service d'avis en question est organisé dans l'intérêt exclusif des parcs, des sociétés, etc., d'aérostation. Ces parcs, ces sociétés, sont admis à prendre un abonnement auprès de l'observatoire météorologique le plus proche ou auprès des bureaux centraux précités pour recevoir des communications régulières sur les phénomènes atmosphériques. Ces communications peuvent avoir lieu de différentes manières, savoir : 1° par deux ou trois pronostics télégraphiques quotidiens qui se rapportent toujours aux heures suivant immédiatement et qui, par suite, peuvent être énoncés avec une grande précision; 2° par des avis occasionnels sur les perturbations atmosphériques imminentes; 3° par des réponses aux questions occasionnelles que posent les abonnés avant d'entreprendre un vol, surtout quand il s'agit d'un long voyage au-dessus des terres; 4° par des avis de l'approche d'orages. — G.

## TRACTION

### La traction électrique au Congo.

Suivant l'*Electrician*, la Compagnie du chemin de fer du Congo belge (Matadi-Léopoldville) a récemment envoyé une mission, dirigée par M. R. Thys, pour étudier sur place la possibilité de doter de la traction électrique ce chemin de fer. M. Thys estime, d'après les constatations qu'il a faites, qu'il sera possible d'électrifier la voie ferrée, en utilisant les chutes du Congo et de quelques-uns de ses affluents pour produire le courant nécessaire. Avec les 113 000 ch que fourniront les chutes en question, il sera en outre possible d'alimenter en courant pour l'éclairage, la force motrice, etc., les villes du bas Congo. — G.

### Introduction de la traction électrique sur les grandes voies ferrées helvétiques.

L'*Elektrotechnische Anzeiger* enregistre les nouvelles informations ci-après sur le projet, récemment soumis au Conseil fédéral, d'électrification des grandes voies ferrées helvétiques :

A cet effet, on utilisera à Göschenen, Lavorgo, Ritom Piotta, ainsi que dans les stations centrales du district du Saint-Gothard, de Sargans et de Bâle, les eaux de l'Adige, du Rhône, de la Reuss et du Rhin. Comme base du projet en question, l'on a adopté un trafic double de celui de l'année 1904. Les calculs ont fait ressortir que les frais électriques d'exploitation, dans cette hypothèse, ne seraient que de 0,70 fr par tonne kilométrique et, y compris l'amortissement du matériel, de seulement 0,72 fr, tandis qu'aujourd'hui, avec le régime à vapeur, on dépense respectivement 0,99 fr et 1,05 fr par tonne kilométrique.

Chacune des stations centrales de Göschenen, du Saint-Gothard et de Sargans coûtera de 20 à 21 millions de fr, les autres reviendront chacune à des sommes variant entre 10 et 15 millions de fr. On estime que la dépense totale ne se chiffrera pas par plus de 67 à 70 millions de fr.

# Bibliographie

**Jahresheft des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins pro 1911/12** *(Annuaire de l'Union électrotechnique suisse pour 1911/12)*. Un volume. Prix, broché : 1,50 fr (Zurich, Société par actions d'édition et d'impression d'ouvrages techniques, éditeur, 1912).

L'annuaire ci-dessus contient la liste alphabétique du personnel dirigeant et des membres de l'Union électrotechnique suisse, ainsi que de l'Association des stations centrales de la Suisse. On y rencontre, en outre, les adresses de toutes les autorités fédérales qui ont à intervenir dans les questions électrotechniques du pays.

# Nouvelles

ALLY (Cantal). — Cette localité ainsi que les villages voisins vont être éclairés à l'électricité par les soins de M. Ratié, maire d'Ally. (Commune de 1207 habitants du canton de Pleaux, arrondissement de Mauriac.)

BONDUES (Nord). — La commune de Bondues va être dotée d'une distribution d'énergie électrique par les soins de la Société d'énergie électrique du Nord de la France. (Commune de 3113 habitants du canton de Tourcoing-Sud, arrondissement de Lille.)

CHAMPS (Cantal). — Le Maire vient d'être autorisé à traiter pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 1818 habitants de l'arrondissement de Mauriac.)

COULOMMIERS (Seine-et-Marne). — Le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique, présenté par la Société d'Etudes de la Vallée de la Marne, vient d'être soumis à l'enquête. (Chef-lieu d'arrondissement de 6891 habitants.)

LE CREUSOT (Saône-et-Loire). — L'installation d'une distribution d'énergie électrique est actuellement en projet. (Chef-lieu de canton de 33 437 habitants de l'arrondissement d'Autun.)

CROIX (Nord). — Une demande de concession pour une distribution d'énergie électrique vient d'être adressée à la municipalité. (Commune de 16 439 habitants du canton de Roubaix Ouest, arrondissement de Lille.)

DOUCIER (Jura). — La Société l'*Union Electrique*, qui exploite l'usine du Saut-Mortier, va édifier une nouvelle usine génératrice qui utilisera le déversoir du lac de Chalais, près de Doucier. La puissance utilisée sera de 2000 ch. Une canalisation électrique partira de cette nouvelle usine pour alimenter Lons-le-Saulnier et différentes localités situés sur son parcours. (Commune de 342 habitants du canton de Clairvaux, arrondissement de Lons-le-Saulnier.)

FLEURY-AUX-CHOUX (Loiret). — Le Conseil municipal a émis un avis favorable au prolongement de la ligne de tramways Madeleine-Saint-Vincent. (Commune de 2351 habitants du canton Nord-Ouest et de l'arrondissement d'Orléans.)

FOIX (Ariège). — La Commission nommée par le Conseil municipal pour étudier la question de l'éclairage a émis l'avis que la ville ne devait pas exploiter elle-même et que la concession devait être accordée à celui qui ferait l'offre la plus économique. (Chef-lieu du département de 6750 habitants.)

FRANCHEVAL (Ardennes). — La concession d'une distribution d'énergie électrique vient d'être accordée à M. Henripeau, ingénieur à Sedan. (Commune de 988 habitants du canton Sud et de l'arrondissement de Sedan.)

LAMBEZELLEC (Finistère). — Une commission municipale a été nommée pour examiner la demande de concession d'une distribution d'énergie électrique présentée par la compagnie d'électricité de Brest et extensions. (Commune de 19 916 habitants du 2e canton et de l'arrondissement de Brest.)

LOURDES (Hautes-Pyrénées). — Le projet d'un tramway électrique de Lourdes à Pontacq a reçu un avis favorable du Conseil municipal. (Chef-lieu de canton de 8364 habitants de l'arrondissement d'Argelès. — Pontacq, chef-lieu de canton de 2731 habitants de l'arrondissement de Pau dans les Basses-Pyrénées.)

LUS-LA-CROIX-HAUTE (Drôme). — Une enquête est ouverte tendant à obtenir l'autorisation de pratiquer deux prises d'eau dans les rivières du Lunel et du Buech en vue de l'installation d'une usine hydraulico-électrique. (Commune de 1137 habitants du canton de Châtillon, arrondissement de Die.)

MÉNERVILLE (Alger). — Le Conseil municipal a chargé le maire de faire les démarches nécessaires pour doter la ville de l'éclairage électrique. (Chef lieu de canton de 8700 habitants de l'arrondissement d'Alger.)

MONCLAR-DE-QUERCY (Tarn-et-Garonne). — La municipalité vient de recevoir une demande de concession pour l'installation de l'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 1541 habitants de l'arrondissement de Montauban.)

PORT-SAINT-LOUIS-DU-RHONE (Bouches-du-Rhône). — Le courant nécessaire à l'éclairage va être fourni par la Société d'Energie électrique du littoral méditerranéen. (Commune de 2388 habitants du canton Ouest et de l'arrondissement dArles.)

REBAIS (Seine-et-Marne). — Des pourparlers sont engagés avec la municipalité pour l'installation de l'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 1366 habitants de l'arrondissement de Coulommiers.)

ROANNE (Loire). — La Compagnie du gaz vient d'adresser à la municipalité une demande pour obtenir la concession de l'éclairage électrique. Le Conseil municipal a décidé de procéder à une enquête tout en émettant un avis favorable. (Chef-lieu d'arrondissement de 35 516 habitants.)

SOUVIGNY (Allier). — La Compagnie générale française et continentale d'énergie a présenté un projet d'éclairage public et privé que le Conseil municipal étudie. (Chef-lieu de canton de 3078 habitants de l'arrondissement de Moulin.)

SAINT-GILLES (Gard). — La municipalité étudie une proposition de la Compagnie du Sud Electrique relative à la fourniture de l'énergie élec-

trique pour actionner les machines de l'usine élévatoire des eaux. (Chef-lieu de canton de 6300 habitants de l'arrondissement de Nîmes.)

SAINT-MARTIN (Charente-Inférieure). — La municipalité a accepté en principe le projet qui lui a été soumis par le concessionnaire du gaz pour l'installation de l'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 2380 habitants de l'arrondissement de la Rochelle.)

SAINT-VENANT (Pas-de-Calais). — La Société béthunoise d'éclairage et d'énergie, dont le siège est à Bruay, vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 3486 habitants du canton de Lillers, arrondissement de Béthune.)

THONON-LES-BAINS (Haute-Savoie). — Les maires des communes de la vallée d'Aulph et de la vallée de Morzine viennent de se réunir pour étudier la constitution d'une Société d'études pour l'établissement d'un tramway à traction électrique sans rails, destiné à relier Thonon à Morzine. (Chef-lieu d'arrondissement de 7043 habitants. — Morzine, commune de 1476 habitants du canton de Le Biot, arrondissement de Thonon-les-Bains.)

* * *

## L'annexe Diderot de l'Institut électrotechnique de Grenoble.

La nécessité de compléter l'instruction de ses élèves, dans le domaine de la pratique, par des travaux tout à fait analogues à ceux entraînés par l'exploitation d'une usine, a amené l'Institut électrotechnique à la conception de la véritable usine d'application qu'est aujourd'hui l'annexe Diderot.

Cette annexe comprend trois parties principales :

1° Une station génératrice thermique ;

2° Une installation hydraulique ;

3° Une installation électrométallurgique d'enseignement et d'essais.

### I. — STATION GÉNÉRATRICE THERMIQUE.

Cette station comprend essentiellement deux chaufferies distinctes de 200 m² chacune, dénommées respectivement A et B, et une salle de machine de 550 m².

La chaufferie A contient deux chaudières identiques Joya, de 200 ch l'une environ, capables d'alimenter la plus grande partie des groupes à vapeur de la station. La chaufferie B comporte trois unités, de types différents, permettant les comparaisons les plus instructives sur les divers modèles de chaudières en usage dans l'industrie.

La salle des machines comprend essentiellement quatre machines à vapeur de 100-150 ch, dont deux de type Piguet et deux de type Demange et Satre : trois de ces machines travaillent en parallèle sur une transmission générale orientée suivant le grand axe de la salle et sur laquelle peuvent venir embrayer les engrenages supérieurs des turbines verticales appartenant à l'installation hydraulique. La quatrième machine à vapeur, type Piguet, entraîne directement par courroie un alternateur isolé.

Les alternateurs sont au nombre de six, savoir : quatre Zipernowski et deux Edison-Brown-Boveri.

Trois de ces alternateurs sont commandés par la transmission générale, le quatrième est affecté à la Piguet isolée et les cinquième et sixième (type Edison-Brown-Boveri) constituent, accouplés à un moteur triphasé, un groupe transformateur rotatif de 150 ch environ, permettant d'obtenir du courant monophasé avec du triphasé ou inversement.

Ces six alternateurs peuvent être couplés en parallèle sur le tableau général ; celui-ci est disposé à l'une des extrémités de la salle. Le couplage électrique des alternateurs est effectué par l'intermédiaire de transformateurs spéciaux montés derrière le tableau.

On réalise ainsi les combinaisons les plus instructives de couplage mécanique par les transmissions et de couplage électrique par les alternateurs, voire même toutes les combinaisons mixtes possibles, avec introduction ou non du groupe isolé Piguet-alternateur.

Le tableau général, qui présente des panneaux spéciaux pour l'arrivée du courant des alternateurs, pour le couplage de ceux-ci, enfin pour la commande des excitatrices au nombre de quatre, offre aussi, en son milieu, un panneau d'arrivée du courant triphasé ; ce courant sert à alimenter le moteur de 150 ch du groupe transformateur rotatif.

La canalisation de vapeur qui dessert la salle des machines est établie de manière à permettre toutes les combinaisons possibles d'alimentation des groupes par la chaufferie A, par la chaufferie B ou par les deux simultanément.

Un économiseur de vapeur, système Green, peut être ou non utilisé suivant la marche des opérations. A signaler également la présence de diverses unités d'études pouvant être, suivant les cas, entraînées par la transmission générale et, notamment, une génératrice diphasée Brown-Boveri.

### II. — INSTALLATION HYDRAULIQUE.

L'installation hydraulique comporte essentiellement les organes suivants :

Sur le canal Fontenay, joignant le Drac à l'Isère, capable d'assurer un débit de 10 m³ (débit pouvant être accru si des projets, actuellement à l'étude, de surcreusement sont exécutés), est disposée une chambre d'eau de 400 m² de superficie et d'une profondeur de 3 m. Cette chambre permet, par l'intermédiaire de deux vannes d'admission, l'arrivée, à travers des grilles, de l'eau sur deux turbines verticales Bouvier de 100 ch l'une, fonctionnant sous une hauteur de chute de 1,80 m à 2 m et installées dans deux chambres distinctes. Ces turbines, pourvues d'auget sau

nombre de 32 par unité, entraînent, par pignons d'angle, deux roues dentées installées dans la salle générale des machines, et peuvent ainsi cumuler la puissance mécanique qu'elles fournissent avec celle empruntée aux autres sources. La chambre d'eau comporte une vanne de décharge permettant, et d'évacuer le surplus des eaux au bief d'aval, et de curer la chambre d'eau lorsque sont fermées les vannes d'admission aux turbines.

Des bassins d'eau claire et un certain nombre de dispositions auxiliaires complètent cette installation, du reste ancienne, et qui n'est plus que provisoire. Des modifications importantes lui seront apportées à très brève échéance, de manière à la rendre plus instructive et surtout plus appropriée aux manipulations hydro-mécaniques qu'ont à effectuer sur ses organes les élèves de l'Institut. En particulier, on a déjà étudié, sans qu'une solution soit encore intervenue à cet égard, tellement est complexe la question, la fusion possible de cette installation avec un laboratoire de mesures et d'essais hydrauliques aujourd'hui en projet.

### III. — Installation électrométallurgique d'essais et d'enseignement.

Cette installation, concentrée dans un pavillon spécial d'une surface de 140 m², à charpente métallique, comprend cinq salles distinctes :

1° Une salle de transformation et de couplage;

2° Une salle pour four industriel de 200 ch;

3° Une grande salle centrale omnibus pour les fours d'études;

4° Un magasin;

5° Un petit laboratoire destiné au professeur.

1° *Salle de couplage et de transformation.* — Dans cette salle arrive le courant triphasé 5000 volts, 50 périodes, emprunté au réseau municipal de la ville de Grenoble, et le courant monophasé de la station génératrice que nous venons de décrire.

Enfin une troisième arrivée de courant prévue pour une très haute tension permet l'emprunt transitoire d'une énergie importante aux lignes triphasées à 26 000 volts, parallèles au cours du Drac et situées très près de la station d'essais. A signaler, dans cette salle, deux transformateurs statiques, dont l'un monophasé 5000-2500-50 volts, permettant, par branchement sur les sources précédentes, l'alimentation des fours industriels ou d'études.

Le deuxième transformateur triphasé (5000 volts au primaire, couplage et tension variables au secondaire) assure l'envoi du courant de service sur le moteur de 150 ch, à la station génératrice pour transformation en courant monophasé; enfin, un groupe transformateur à courant continu de 300 ch est à l'étude ou en exécution; il permettra d'effectuer des essais de procédés électrométallurgiques, aujourd'hui encore assez nombreux, ne faisant pas appel à l'énergie monophasée.

Il pourrait sembler étrange qu'on ait ainsi passé par l'intermédiaire de la station génératrice pour produire le courant monophasé nécessaire aux opérations du laboratoire d'essais. Cette installation a été néanmoins imposée par des motifs de pur ordre pédagogique; on a voulu, à dessein, concentrer dans la station génératrice les procédés les plus divers de production des courants industriels nécessaires et, malgré la courte distance qui sépare cette station du laboratoire d'électrométallurgie, on a tenu à réaliser un véritable transport de puissance destiné à servir de schéma et de prototype aux élèves fréquentant la station d'application.

2° *Salle du four industriel de 200 ch.* — Ce four est adossé à l'une des murailles que traversent les barres d'aluminium provenant du transformateur monophasé.

Il est du type Gall, en usage à Notre-Dame de Briançon (Société des carbures métalliques). Il a été construit et offert gracieusement à l'Institut par cette dernière usine.

Ce four est à sole en pisé de charbon, pour fabrication genre carbure et ferro-silicium.

Dans cette salle arrivent les canalisations extérieures d'eau et de gaz desservant le laboratoire.

3° *Grande salle centrale.* — Elle comprend trois fours principaux, dont ci-joint le détail et la spécification :

1° Deux fours de 100 ch, type Keller, à sole en pisé armé, pour fabrication de carbure et ferros à basse teneur en carbone;

2° Un four en acier, type Keller, à sole en pisé armé, pouvant fondre environ 500 kg d'acier;

3° A mentionner aussi un four de 100 kw, à chauffage indirect par résistances, type pour fabrication genre carborundum.

Enfin, à signaler également une installation pour production d'acide nitrique synthétique comprenant un four à oxydation d'azote de 20 kw. Cette installation n'est encore qu'à l'étude.

Les électrodes de ces fours sont manœuvrés par des treuils, montés par des charpentes métalliques, et commandés par des volants à la main.

4° *Magasin.* — Il comprend des provisions d'électrodes et de matières premières destinées aux manipulations et aux essais industriels et utilisables sur les différents fours. Ces matériaux sont répartis dans des box ou silos, isolés.

5° *Laboratoire du professeur.* — Le laboratoire du professeur n'offre rien de spécial : il présente le caractère pratique des laboratoires de chimie analogues. Telle est la station d'application de l'Institut électrotechnique, dite annexe Diderot.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Poulies-pompes électriques, système Dispot.

Ces petites pompes permettent de distribuer automatiquement l'eau sous pression dans les habitations où l'on dispose du courant électrique. Elles suppriment l'emploi des réservoirs en élévation ou des réservoirs à air comprimé qui sont ordinairement utilisés. L'installation des poulies-pompes est des plus simples et bien plus économique que celle de tout autre système.

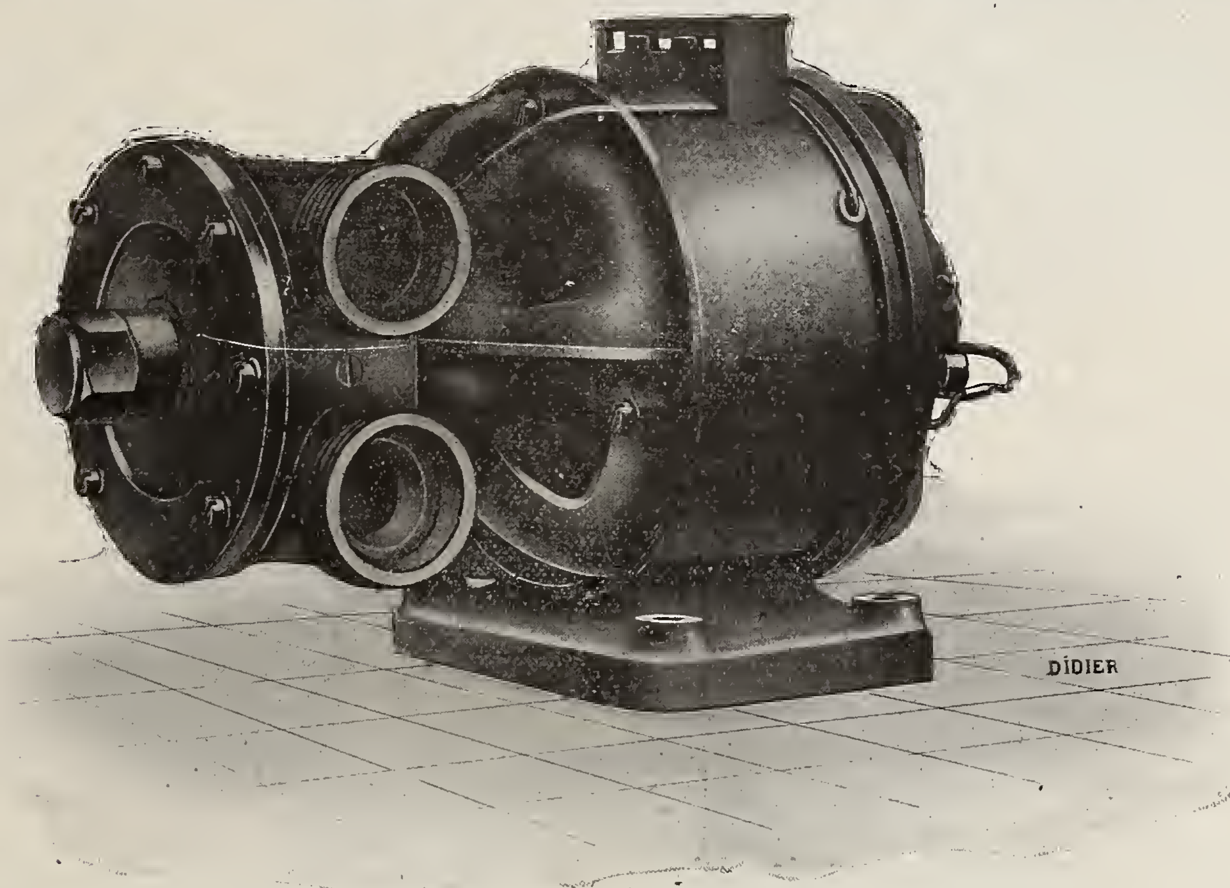



Fig. 133. — Poulie-pompe électrique.

En dehors des villes qui sont dotées d'une distribution d'eau et dont les habitants peuvent disposer de la quantité d'eau qui leur est nécessaire à un prix relativement réduit, il y a à considérer les localités privées d'un service de distribution, les maisons de campagnes, les villas, les châteaux, les fermes, etc. qui, pour les besoins journaliers si nombreux, ont absolument besoin de quantités d'eau plus ou moins importantes, non seulement pour l'alimentation, mais aussi pour les services d'hygiène domestique : cuisine, office, salle de bains, tout à l'égout, hydrothérapie; pour l'arrosage sous pression des jardins et des parcs, pour les irrigations, etc.

Les poulies-pompes Dispot, construites par la maison L. Hamm et Cie, de Paris, ont été soumises à de longues et minutieuses expériences pendant plus de trois ans, dans un certain nombre d'installations. Leur fonctionnement ayant donné toute satisfaction, on les construit actuellement en séries et pour différentes puissances.

La poulie-pompe est fondée sur un principe entièrement nouveau qui consiste à caler sur l'arbre d'un moteur électrique une poulie dentée de forme spéciale imaginée par MM. A. et E. Dispot.

Cette poulie tourne dans un carter constituant le corps de pompe, carter fixé sur une des flasques du moteur électrique. La flasque et le corps de pompe ne forment qu'une seule et même pièce supportée par le bâti du moteur (fig. 133).

Le fonctionnement de cette pompe est facile à comprendre. L'eau n'est ni aspirée ni refoulée alternativement, comme dans les pompes à piston ou dans les pompes rotatives; elle n'est pas, non plus, brassée violemment comme dans les pompes centrifuges. Le liquide est entraîné naturellement par son adhérence sur la jante de la poulie, comme le serait une courroie ou mieux une

chaîne dont les maillons seraient formés par l'eau emprisonnée entre deux dents consécutives de la poulie dentée. Dans ces conditions, l'eau se déplace d'une manière uniforme dans les tuyaux et dans la pompe et cela sans à-coups, sans changements de direction ni remous susceptible d'altérer le liquide ou d'absorber en pure perte une partie de la puissance du moteur.

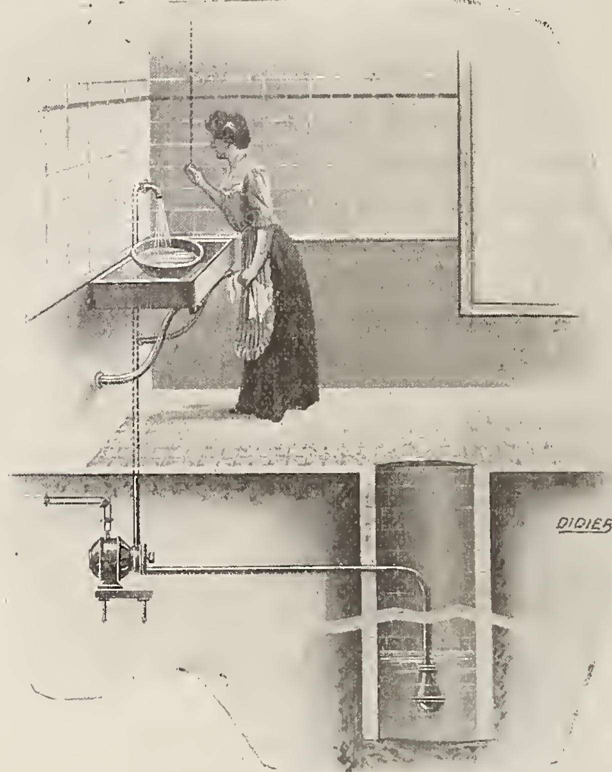


Fig. 134.

Cette pompe, entièrement construite en bronze, ne comporte ni cuirs, ni clapets, ni ressorts, ce qui lui assure une grande robustesse et une grande durée. De plus, ces pompes présentent des avantages notables tels que faible poids, faible volume, bon rendement, entretien facile et prix réduit.

Voici maintenant quelques détails sur les différentes applications des poulies-pompes.

L'installation la plus simple (fig. 134) ne comporte qu'une seule prise d'eau, par exemple pour l'alimentation d'une cuisine. Un col de cygne à écoulement libre remplace le robinet sur l'évier. Ce col de cygne termine la conduite qui sert à amener l'eau d'un puits ou d'une citerne, conduite sur laquelle est intercalée la poulie-pompe munie de deux orifices auxquels sont reliés respectivement le tuyau plongeant dans l'eau du puits et le tuyau se rendant au col de cygne. Pour provoquer ou faire cesser à volonté l'écoulement de l'eau, il suffit de mettre en marche le moteur électrique, opération des plus simples qui consiste à fermer le circuit au moyen d'un interrupteur ordinaire manœuvré au moyen d'une chaîne ou encore au moyen d'un simple bouton-poussoir; en ne tirant plus sur la chaîne ou en cessant d'appuyer sur le bouton, le circuit électrique est interrompu automatiquement, le moteur s'arrête et l'écoulement de l'eau cesse. Le moteur électrique est alimenté par une simple dérivation prise sur la canalisation électrique ou même, à l'aide d'une prise de courant appropriée, sur la douille d'une lampe à incandescence.

Lorsque l'installation comporte plusieurs prises d'eau, par exemple une buanderie, une cuisine, une salle de bains, un cabinet de toilette, des water-closet, il suffit de placer un régulateur automatique dans la partie la plus élevée de la canalisation (fig. 135). Avec ce dispositif, on utilise des robinets ordinaires d'un diamètre quelconque et dont on peut régler le débit suivant les besoins. La simple manœuvre d'un robinet quelconque de

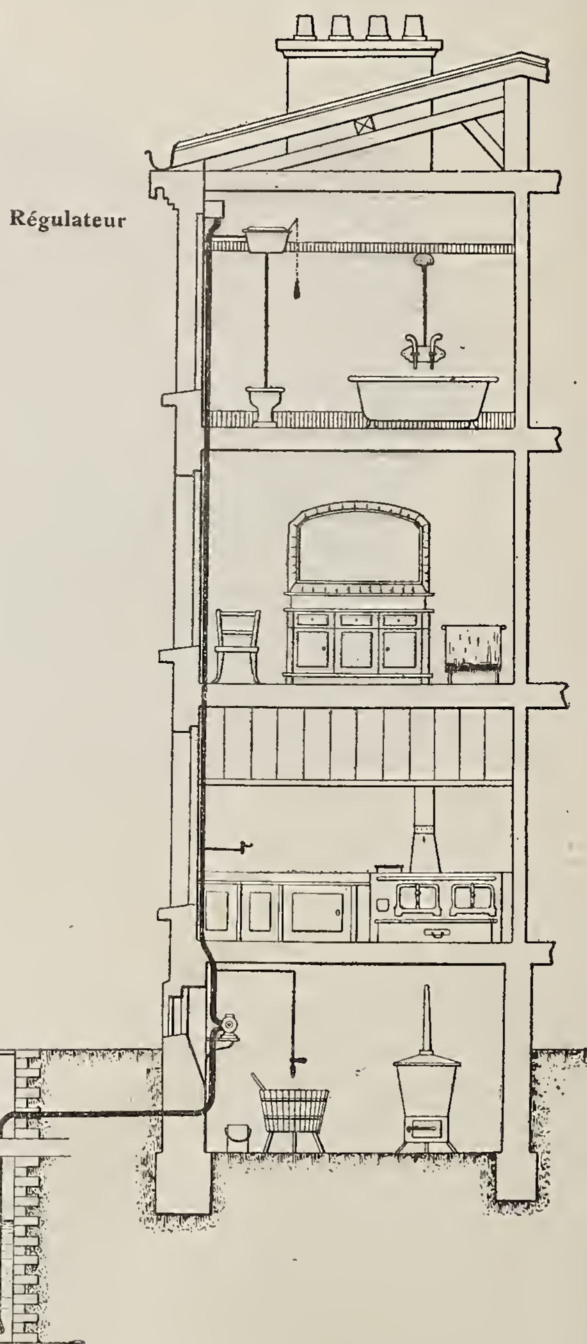


Fig. 135.

l'installation met en marche le moteur électrique lorsqu'on ouvre ce robinet et arrête le moteur lorsqu'on le ferme, et cela sans qu'il y ait une communication électrique entre ces deux organes, la commande électrique étant produite par le régulateur automatique.

Ce régulateur, qui est indéréglable, peut être adjoint d'une manière très simple et très pratique à des réservoirs existants. Dans ce cas, il présente le grand avantage de maintenir les réservoirs toujours pleins et de supprimer toute surveillance et toute main-d'œuvre. Il est constitué par un simple flotteur placé dans le réservoir; dès que ce dernier est rempli, le flotteur agit sur un interrupteur à rupture brusque qui ouvre le circuit. Lorsqu'on vient à ouvrir un robinet, l'eau du réservoir s'écoule et le flotteur s'abaisse; dans




Fig. 136.

Le prix de ce régulateur est rapidement amorti par suite de l'économie qu'il procure. En effet, lorsque la pompe fonctionne, une partie de l'eau qu'elle élève s'écoule par le robinet qui a été ouvert au lieu de monter dans le réservoir pour redescendre ensuite; il en résulte une diminution de l'énergie électrique consommée qui se traduit à la fin de l'année par une économie appréciable.

Très portatives, les poulies-pompes conviennent particulièrement pour l'arrosage direct (fig. 136) sous pression et constituent aussi une pompe à incendie très utile dans les châteaux et les fermes.

Une autre application industrielle très appréciée est leur utilisation dans les caves et entrepôts pour le transvasement des vins, huiles, lait et autres liquides (fig. 137).




Fig. 137.

ce mouvement de descente, il actionne l'interrupteur qui ferme le circuit et la poulie-pompe est mise en marche. On conçoit facilement qu'un dispositif aussi simple soit indéréglable.

Ne nécessitant aucune surveillance, ces poulies-pompes peuvent rester de longs mois sans être utilisées et être ensuite remises en service immédiatement sans qu'il soit nécessaire de les réparer.

La consommation d'énergie électrique est très réduite et proportionnelle à la consommation d'eau qui revient à environ 0,04 fr seulement le m$^3$.

Les poulies-pompes se construisent pour des débits depuis 250 jusqu'à 10 000 litres par heure, avec une hauteur d'élévation de 5 à 30 m. Voici les caractéristiques des types d'usage courant :

| | Diamètre des raccords en millimètres. | Débit par heure en litres. |
|---|---|---|
| A. | 12 | 250 à 500 |
| B. | 15 | 500 à 1000 |
| C. | 20 | 700 à 1500 |
| D. | 27 | 1500 à 3000 |
| E. | 34 | 1800 à 4500 |
| F. | 45 | 4000 à 6500 |
| G. | 60 | 6000 à 1100 |

Quant à la hauteur à laquelle l'eau peut être élevée, elle dépend de la puissance du moteur électrique.

Naturellement, le moteur doit être choisi suivant la uature du courant dont on dispose et la tension sous laquelle il est fourni. Il y a en service des installations fonctionnant avec du courant continu à 25 volts, tel qu'il est produit par les groupes électrogènes étudiés spécialement pour les installations domestiques; d'autres sont alimentées par du courant continu, du courant monophasé, du courant diphasé ou du courant triphasé à différentes tensions (1).

J.-A. MONTPELLIER.

(1) Constructeurs : L. Hamm et Cie, 23, rue de Ponthieu, à Paris.

# Le compas gyroscopique Perry.

*(Suite et fin)* (1).

Une autre disposition est représentée figure 138; le système amortisseur y est constitué par une

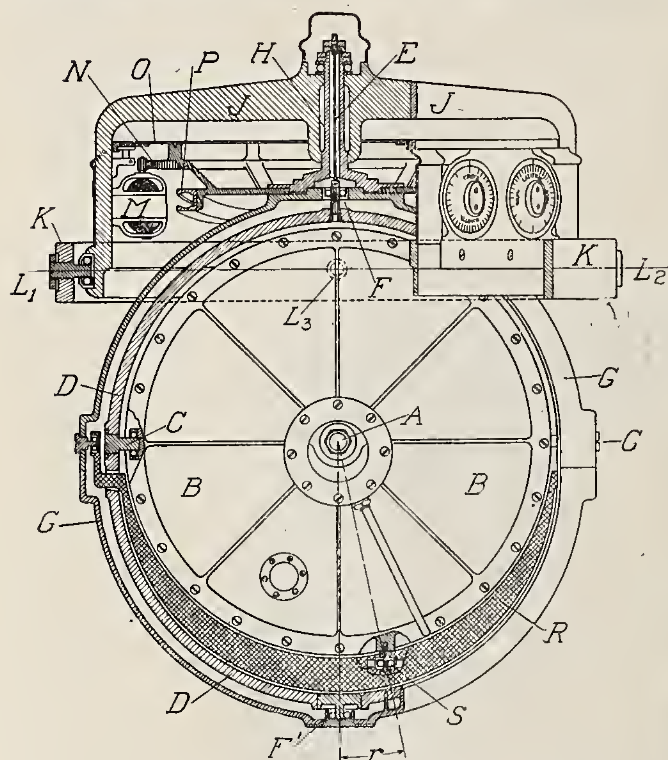



Fig. 138.

boucle verticale R, supportée par le fantôme et faisant partie de celui-ci.

Dans les deux dispositions, le point d'attache S avec la boîte gyroscopique est désaxé par rapport à l'axe horizontal et à l'axe vertical du gyroscope et c'est grâce à cela que l'instrument est à l'abri des oscillations et possède une force d'orientation bien déterminée.

Faisons remarquer, en passant, que la suspension est exclusivement mécanique au lieu d'être constituée par un flotteur à mercure, sujet à des perturbations lorsque la mer est agitée, comme cela a lieu dans d'autres appareils.

C'est en grande partie à cette circonstance que l'instrument doit de posséder une force directrice très grande; d'après des mesures effectuées pratiquement par des représentants de l'amirauté des Etats-Unis, le couple atteindrait, à l'équateur, dans la position est-ouest, une valeur de 204 000 dynes-centimètres; il serait ainsi dix fois plus grand que celui des plus gros instruments d'autres systèmes et près de trois cents fois plus élevé que celui des plus fortes boussoles magnétiques employées en Amérique.

Les différents organes dont nous venons de faire mention sont représentés sur les figures prémentionnées.

On voit notamment, figure 129, l'anneau-fantôme, sa tige de suspension, le limbe gradué, le mécanisme moteur, les paliers de guidage verticaux de l'anneau de support et les bagues de contact.

La roue, en forme de poulie, qui est visible

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1139, 26 octobre, p. 259.

sous le limbe gradué et la roue dentée de la transmission, font partie d'un groupe d'organes spéciaux qui assure la correction automatique des lectures dont nous avons fait mention au début.

D'une façon générale, la déviation totale due au déplacement du navire est donnée par la formule

$$D = \frac{a K \cos H}{\cos L} - b \operatorname{tang} l,$$

Fig. 139.

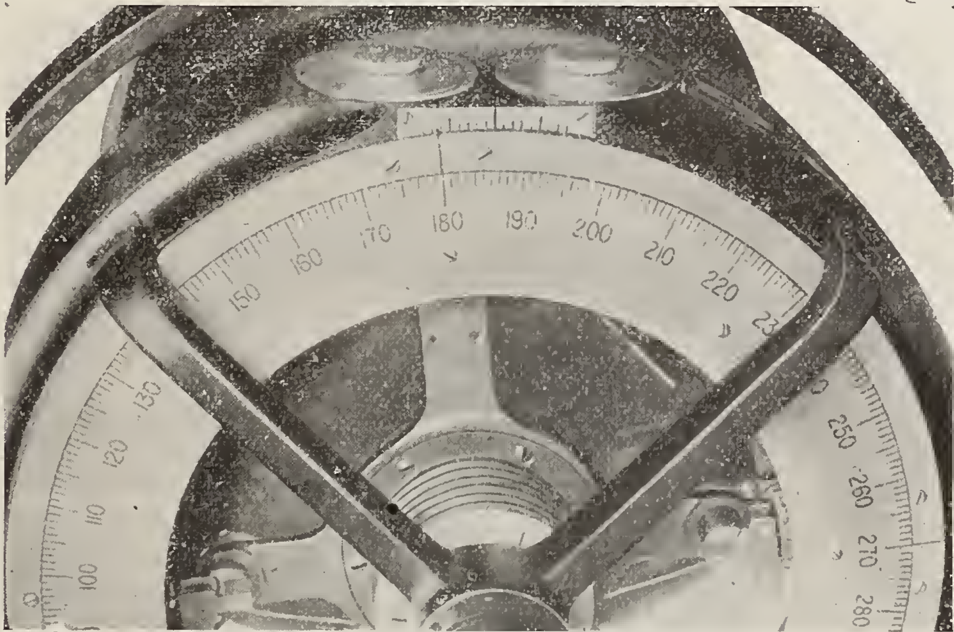



Fig. 140.

dans laquelle D représente la déviation totale du gyroscope par rapport au méridien géographique; H, la direction de marche du navire définie en degrés par l'angle qu'elle fait avec le méridien géographique; K, la vitesse de marche en nœuds; L, la latitude; $a$ et $b$, des facteurs de réduction dépendant notamment des dimensions de l'instrument. Jusqu'ici, avec les compas gyroscopiques simples, il était néc ssaire de déterminer pour des mesures séparées les différentes quantités dont nous venons de parler; on calculait ensuite l'erreur, soit directement, soit avec le secours de tables spécialement préparées à cette fin; certains instruments comportaient même certains réglages. Dans le système Sperry, les corrections se font automatiquement et sur l'instrument principal même, de sorte que les indications de celui-ci et toutes celles qui y sont liées sont rendues exactes par elles-mêmes. Le dispositif employé dans ce but est un dispositif mécanique résolvant l'équation indiquée ci-dessus; il est commandé par deux boutons à tête moletée (fig. 139) et que l'on voit en position (fig. 140).

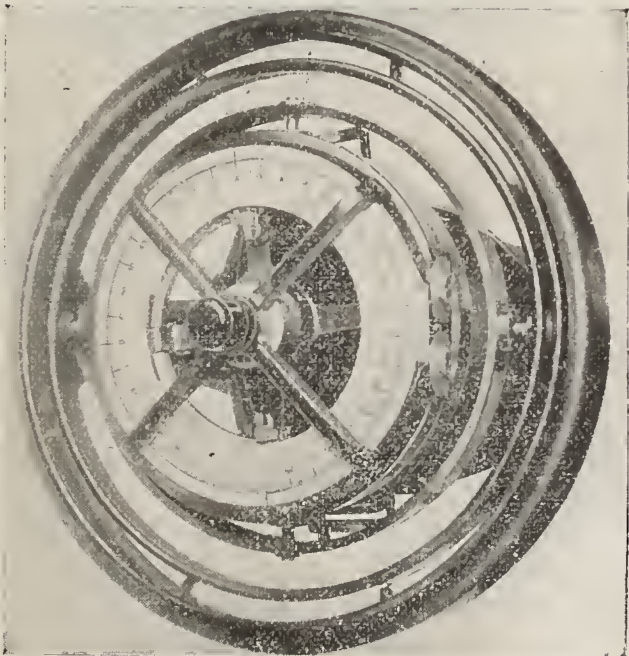


Fig. 141.

Le bâti est représenté sur cette même figure; il est formé d'un croisillon à quatre branches; quant au cardan, il est montré sur la figure 141; il est semblable au type ordinaire, avec cette

différence que les pivots à couteau sont remplacés par des pivots sphériques montés sur paliers à billes; cette disposition est plus robuste et plus durable et elle est moins sujette à se déranger sous l'influence des chocs; le cardan est soigneusement isolé de l'habitacle.

La forme de ce dernier est montrée (fig. 142), qui représente aussi l'aspect d'ensemble de l'appareil; l'habitacle a environ 0,60 m de largeur totale au sommet; le bâti est étanche à l'eau; il contient les jonctions avec le câble qui relie l'instrument au circuit électrique général.

Les contacts du mécanisme de contrôle sont en argent: ils sont réglables, de sorte que l'on peut en compenser l'usure et ils sont dédoublés sur chaque appareil. Le moteur actionnant le fantôme est montré figure 143.

La boussole gyroscopique qui vient d'être décrite, n'est pas employée directement pour indiquer la direction du nord; elle sert d'appareil transmetteur et commande le fonctionnement d'indicateurs proprement dits, distribués suivant les besoins.

L'organe essentiel de la transmission est représenté par le mécanisme moteur du fantôme dont nous avons déjà parlé, le transmetteur même est un simple distributeur contrôlant le circuit de commande des appareils répétiteurs.

La figure 144 donne le schéma de ce distributeur et du moteur qui forme la partie principale du répétiteur; ce moteur est un petit appareil hexapolaire, actionnant le disque indicateur de l'instrument par l'intermédiaire d'un renvoi à engrenages, établi de telle façon qu'un tour complet du moteur corresponde à un déplacement angulaire de deux degrés du répétiteur. Quatre fils relient le distributeur au moteur; l'un est commun à tous les pôles; les trois autres vont chacun à une paire de pôles. Supposons que le balai du distributeur établisse le circuit sur les fils 1 à 3, les pôles A et D sont excités et l'armature est amenée dans la position indiquée; s'il relie ensuite les fils 3 et 4 au pôle négatif, ce qui arrive pour un déplacement du transmetteur correspondant à 1/6e de degré, le mouvement de l'indicateur s'arrête; le déplacement correspond à 1/12e de tour ou à 1/6e de degré également; l'erreur maximum est de 1/12e de degré ou 5'.



Fig. 142.

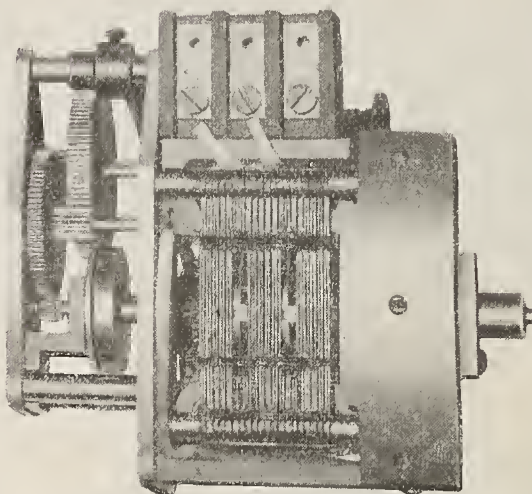


Fig. 143.

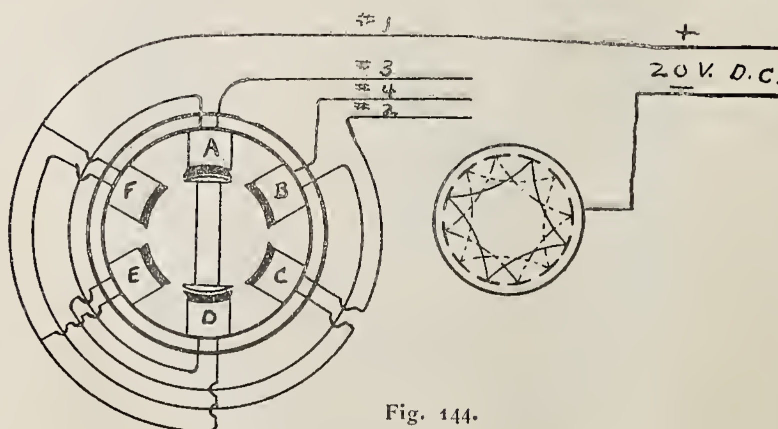



Fig. 144.

Les répétiteurs sont de différents types, selon les applications que l'on veut en faire; ils se placent horizontalement, obliquement ou verticalement, au mieux des besoins; ils peuvent être constitués par des appareils enregistreurs.

Le cadran est simple (fig. 145) ou bien pourvu d'un disque additionnel gradué en douzièmes de degrés et accouplé au limbe principal, de manière à faire un tour complet pour un déplacement de 10° du limbe extérieur.

L'installation comprend encore, outre les panneaux de distribution, un synchroniseur (fig. 146) permettant de mettre les différents répétiteurs en concordance l'un avec l'autre avant de les relier au circuit de contrôle; ce synchroniseur comprend : un commutateur à manette et un transmetteur analogue à celui du compas; dans l'une des positions, le commutateur interrompt la communication entre les répétiteurs et le compas pour l'établir vers le transmetteur du synchroniseur; une clef, abaissée à ce moment, ferme pour tous les indicateurs, le circuit d'excitation d'un électro-aimant de retenue, qui immobilise les indicateurs dans la position de zéro; on fait alors effectuer une rotation complète au transmetteur du synchroniseur, après avoir fermé son circuit de pile; tous les indicateurs se déplacent jusqu'au zéro, on ramène le synchroniseur au zéro, on libère les indicateurs et on les amène dans la position correspondant à celle du compas principal; à ce moment, on manœuvre le commutateur du synchroniseur et l'on met l'installation en service régulier.

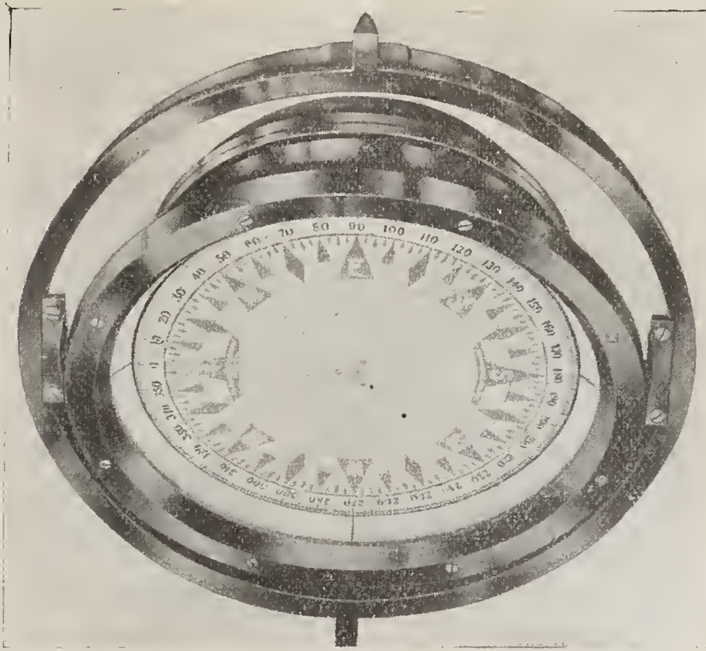


Fig. 145.

Les indicateurs sont excités sous une tension de 20 volts, comme le moteur du compas; ils reçoivent le courant d'une batterie d'accumulateurs.

Les courants triphasés pour l'alimentation du moteur du gyroscope sont fournis par un groupe convertisseur alimenté lui-même par le circuit d'éclairage; la puissance de ce groupe est d'environ 1/4 de kw.

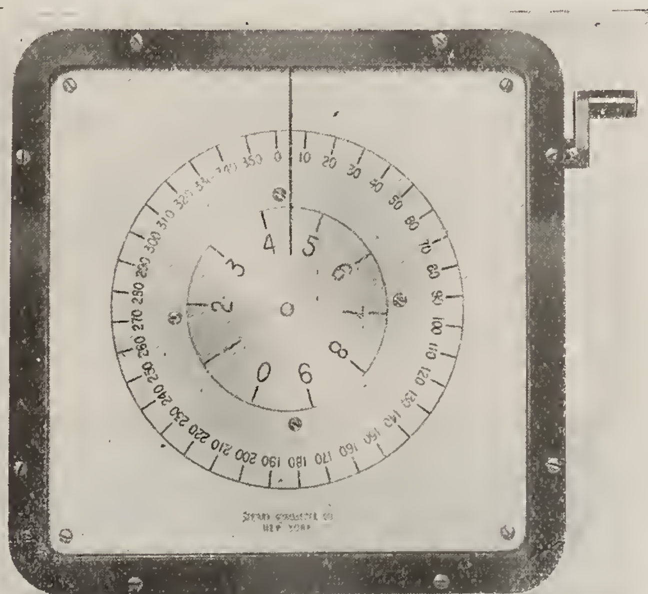


Fig. 146.

Tous les circuits sont protégés par des fusibles et pourvus d'interrupteurs indépendants; sur chaque indicateur est installée une lampe qui éclaire le cadran lorsque l'instrument est régulièrement relié au compas principal.

H. Marchand.

# Principales applications industrielles du Véhicule électrique aux États-Unis (1).

Les avantages de l'automobile électrique sont généralement connus et appréciés : l'automobile électrique est beaucoup plus souple que l'automobile à pétrole et elle est beaucoup moins sujette aux accidents; son fonctionnement est beaucoup plus doux et plus simple, exempt de toute odeur et moins salissant.

Cependant, il est difficile, les spécialistes amé-

(1) *The Electric Vehicule, General Electric Review* juin 1911, p. 247. — J.-E. Kearns, *The Use of Electric Automobiles by Gas Companies, ibid*, p. 289.

ricains, eux-mêmes, le reconnaissent, de se faire une idée générale du degré d'économie que présente l'emploi des camions électriques à accumulateurs comparativement aux camions à traction animale; chaque cas d'application demande plutôt à être étudié isolément; l'expérience a néanmoins permis de réunir un certain nombre d'indications qui peuvent être précieuses.

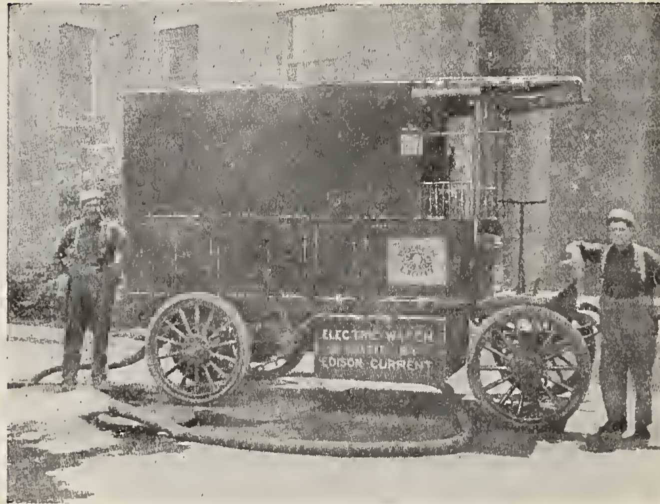



Fig. 147.

Ainsi l'on peut dire (1) que du moment où l'organlsation du service peut être telle que le camion électrique soit employé pendant une bonne partie du temps — disons 60 0/0 — il est moins cher que le véhicule à traction chevaline; contrairement à ce que l'on est porté à croire; l'intérêt de l'adoption de l'automobile électrique n'exige pas que l'on ait en service plusieurs camions. Des exploitants qui n'en ont qu'un en obtiennent de bons résultats; mais comme le véhicule électrique peut généralement fournir un travail équivalent à celui de deux camions à chevaux, le système n'est convenablement utilisé que si le service est suffisamment important; il est à remarquer que la plus grande capacité de travail du camion électrique comparativement, au camion à traction chevaline, ne correspond pas seulement à une plus grande production, mais aussi à une économie dans les frais de main-d'œuvre; à égalité de travail utile, les frais de service sont réduits de 35 à 50 0/0; dans l'ensemble, le bénéfice de la substitution est tel que le prix du camion électrique est généralement complètement amorti en 2 1/2 ou 3 ans; or, la durée utile d'un tel appareil est communément évaluée à 8 ou 10 ans; de machines qui fonctionnent depuis 6 ou 8 ans dans différentes villes américaines sont encore en excellent état.




Fig. 148.

Ces données résultent des constatations pratiques faites dans des milieux très variés.

Les applications que l'on fait actuellement des automobiles électriques industrielles sont déjà nombreuses : le transport des marchandises de poids léger, le transport des outils pour le service des usines d'électricité ou du gaz, le service du téléphone, etc.

Les compagnies d'électricité, qui ont intérêt à favoriser la généralisation de l'emploi des véhicules électriques pour augmenter leur clientèle, se sont naturellement trouvées les premières à utiliser des camions électriques.

Sont venus ensuite tous les services qui ont besoin d'un mode de transport rapide, ne demandant pas d'entretien spécial, n'exigeant pas de main-d'œuvre particulière, etc., et pour lesquels les véhicules électriques sont conséquemment très précieux.

Aujourd'hui, le développement de la fabrication de l'automobile électrique est étendu.

Il y a plusieurs grandes compagnies qui s'occupent de la construction de ces camions électriques; la *General Vehicle Company de Long Island City*, aux Etats-Unis, peut être citée au premier rang de ces fabricants; voici, à titre d'exemple, les caractéristiques de ces types ordinaires.

Cette compagnie a établi divers types industriels intéressants; elle a notamment fourni pour l'*Edison Electric Illuminating Company*, de Boston, un véhicule utilisé pour pomper l'eau des regards et des conduites et dont l'équipement se compose d'une pompe centrifuge accouplée directement à un moteur électrique (fig. 147).

(1) J.-E. Kearns, *The Use of Electric Automobiles*, *General Electric Review*, 1911, p. 289.

Des machines du même genre sont employées par plusieurs compagnies de télégraphie et de téléphonie; elles sont pourvues des appareils nécessaires pour l'exécution des différents travaux : treuils, cabestans, élévateurs, etc., pour le tirage des câbles dans les conduites, le dressage des poteaux, etc.

Pour ce qui concerne les compagnies d'électricité, l'application la plus ordinaire est le transport du matériel de réparation d'installation, le service des lampes à arc, etc.; beaucoup d'usines utilisent les véhicules électriques pour le transport du matériel de location, des compteurs, etc.; il en est de même des compagnies de gaz (fig. 149).

Deux circonstances ont principalement amené les usines à gaz à multiplier l'emploi des véhicules électriques; c'est, d'une part, la supériorité économique de la traction électrique sur la traction chevaline et, d'autre part, l'excellente influence qu'exerce, vis-à-vis du public industriel, l'utilisation des véhicules de cette espèce comme instrument de propagande; cette seconde circonstance n'a évidemment d'intérêt que pour les compagnies qui produisent à la fois de l'énergie électrique et du gaz, mais ces compagnies sont nombreuses en Amérique.

Au nombre des principales usines à gaz qui emploient des véhicules électriques aux Etats-Unis, on peut citer celles de l'*United Gas Improvement Company*, à Philadelphie, la *Central Union Gas Company*, de New-York, la *New England Gas and Coke Company*, etc.

La Compagnie du gaz de Philadelphie a 6 camions à accumulateurs de 900 kg et 1 de 2 tonnes; la Compagnie du gaz de New-York en a 2 de 3 tonnes; la Compagnie du gaz et du coke de la Nouvelle Angleterre en a 3 de 3 1/2 tonnes.

Nombre d'autres usines en possèdent également de construction plus ou moins récente; en somme, l'emploi des véhicules électriques est étendu; il s'applique surtout au service de transport des compteurs, des foyers à gaz, des radiateurs, des fourneaux électriques, etc.

Une tendance marquée se manifeste d'ailleurs vers la mise en usage de plus en plus nombreuse de camions outillés pour les travaux de pose des canalisations, d'exécution d'installations, etc.

HENRY.

# Les garanties à réclamer en matière de compteurs électriques.

La presse vient, tout récemment, d'attirer l'attention du grand public sur une série de mesures projetées, paraît-il, au ministère du commerce. Elles seraient destinées à combler une lacune très grave en matière commerciale et à ôter, dans la limite des possibilités humaines, toute incertitude sur l'emploi d'instruments nouveaux d'un usage courant aujourd'hui, mais qui avaient, et pour cause, échappé aux prescriptions législatives de 1837. On sait que ces ordonnances prescrivaient l'obligation du poinçonnage et de la vérification pour tous les appareils servant à déterminer les quantités de produits consommés. Or, les compteurs électriques, les appareils totalisateurs de distance, les compteurs horo-kilométriques, pour ne prendre que ces exemples, donnent aujourd'hui matière à de nombreuses difficultés d'interprétation et à maintes contestations.

***

N'examinons, pour l'instant, que la question des compteurs électriques. On est frappé, à cet égard, du vague et de l'imprécision des textes administratifs concernant des appareils aujourd'hui de première utilité et qui, tant dans les grandes villes que dans les campagnes, représentent certainement en France plusieurs centaines de milliers d'unités en service. Un tel recensement serait difficile à faire. Pour ne parler que de ce que nous connaissons, à Grenoble, ville dans laquelle les emplois de l'électricité sont multiples et datent de la période héroïque de cette science, les compteurs d'abonnés en service dépassent 12 à 15000.

La seule intervention officielle de l'Etat, en matière de compteurs électriques, est actuellement la suivante : le ministère des travaux publics, qui détient dans ses services le contrôle des distributions d'énergie, a établi un certain nombre d'arrêtés, parmi lesquels ceux du 2 juin 1909 et du 13 août 1910, qui se complètent, en s'annulant du reste partiellement, l'un l'autre. Ces arrêtés réglementent, entre autres points, les conditions d'admission de *compteurs de types nouveaux*, dits *compteurs-types*, sur les lignes de transmission d'énergie. L'arrêté ministériel du 13 août 1910 prescrit, pour l'admission de *ces compteurs de*

*types nouveaux*, une série d'essais donnant matière à *certificats*, et pouvant être effectués par un petit nombre de laboratoires agréés, parmi lesquels nous citerons comme les plus importants, le bureau de contrôle et d'essais annexé à l'Institut électrotechnique de Grenoble (1) et le Laboratoire central de la Société internationale des électriciens à Paris. Il est à peine besoin de signaler que ces essais ministériels, fussent-ils extrêmement durs (et ils sont loin de l'être assez), permettent à un compteur-type, admirablement soigné par son constructeur qui lui a prodigué l'affection enveloppante due à un sujet de concours, de triompher aisément de telles épreuves, alors que des milliers de compteurs du même type, du type agréé par l'État français, peuvent fonctionner dans des conditions déplorables. Il importerait donc, et la cause semble tellement évidente qu'elle est gagnée d'avance, que *non seulement les compteurs-types* fussent soumis à un programme d'essais dûment aggravés, bien que s'inspirant des bases générales adoptées par le ministère des travaux publics dans son cahier des charges, mais encore que *tous les compteurs* destinés a être mis en service fussent vérifiés par des laboratoires, bureaux de contrôle officiels, suffisamment qualifiés par leur sérieux, en nombre à la fois assez restreint pour simplifier la procédure, et assez fort néanmoins pour rendre cette opération de contrôle préalable pratiquement possible en France. Vérification avant la mise en service, poinçonnage par le laboratoire agréé, délivrance d'un certificat d'épreuve et de bon fonctionnement délivré par ledit laboratoire, comme il est fait pour tous autres appareils de mesure commerciaux, semblent être les premières mesures à adopter pour éviter au marché de l'industrie électrique française d'être encombré par des séries d'appareils médiocres, établis avec une économie excessive et tout juste capables, comme nous en avons eu maints exemples, de fournir deux ou trois ans de service avant d'être passés à la ferraille. C'est dans cette course à l'extrême bon marché que gît la grosse difficulté en matière de compteurs électriques. Une économie de deux ou trois francs réalisée par appareil semble souvent constituer, pour les sociétés qui les acquièrent par milliers, une excellente opération. C'est souvent tout le contraire qui est vrai, car pas plus qu'on ne saurait tolérer des balances ou des mètres de pacotille, on ne saurait admettre la mise en service d'appareils-mesureurs d'énergie électrique devenant faux presque au début de leur service. Nous ne méconnaissons pas qu'en disant des vérités aussi crues, nous mécontenterons peut-être certains constructeurs, habitués surtout à faire valoir, auprès des secteurs, l'économie d'établissement de leurs appareils, mais la chose est d'importance et si l'Etat n'applique pas, dans un délai très bref, les dispositions préalables que nous préconisons, il apportera, par son abstention même, à l'industrie électrique, de cruels embarras.

Reste un deuxième point à examiner : celui du *contrôle périodique des compteurs en service.* Ce second point est le moins important; il est en tous cas le moins pressé. *Cette vérification périodique pourrait être d'autant plus espacée que les modèles choisis seraient plus robustes et plus exacts.* Il est du reste à remarquer que la vérification des compteurs en service peut être faite ou *sur place* ou *au laboratoire.* L'une et l'autre méthode opératoire supposent des difficultés réelles, car les essais sur place sont toujours entachés d'une assez grande inexactitude et les essais au laboratoire supposent un matériel de relève, des manipulations nombreuses, etc. Nous aurons du reste l'occasion d'étudier, dans un prochain article, comment cette vérification pourrait être faite.

* * *

Pour nous résumer et donner une forme lapidaire aux considérations qui précèdent, nous insisterons sur :

1° Les précautions toutes particulières que nécessite le réglage d'un compteur électrique, pour le rendre susceptible de mesurer l'énergie avec une précision satisfaisante;

2° Les grandes facilités qui existent de modifier, dans *de très larges limites, ses indications par manœuvres frauduleuses, du fait soit de l'abonné, soit du concessionnaire, si le mécanisme de l'appareil n'est pas inaccessible à l'un quelconque des intéressés.* En attendant, nous estimons qu'il y aurait intérêt, en ne considérant que l'état actuel de la question et la seule compétence du ministère des travaux publics, à modifier de la manière suivante les articles 16 et 17 du cahier des charges-type des concessions (1).

Art. 16 : *Compteurs.* — « Les compteurs ser-

(1) Ce laboratoire a procédé, le 27 août 1912, à son vingt-cinq millième réglage de compteur électrique.

(1) Cahier des charges-type pour la concession d'une distribution publique d'énergie électrique par une commune ou un syndicat de communes approuvé par décret du 17 mai 1908.

vant à mesurer les quantités d'énergie et... seront considérés comme exacts.

« Les compteurs devront être, avant leur mise en service, réglés et étalonnés par le *Laboratoire d'essais régional* (1), dans le ressort duquel se trouve la concession. Ils seront, à cet effet, adressés audit laboratoire avant leur mise en service, soit par la concession même, soit par l'abonné, soit encore directement par le constructeur. Ils devront être munis d'un plomb ou d'un cachet apposé par ledit laboratoire et être accompagnés d'un certificat d'étalonnage dudit laboratoire relatant leurs conditions de fonctionnement. Les redevances dues audit laboratoire pour frais de cet étalonnage seront imputées au propriétaire du compteur (tarif à établir). Le concessionnaire devra veiller à ce que les plombs de garantie apposés par le Laboratoire d'essais soient constamment en bon état.

« Tout compteur en service, déplombé accidentellement ou autrement, devra être immédiatement envoyé au Laboratoire d'essais pour être plombé à nouveau et réglé à nouveau, s'il y a lieu. Les frais de cette opération seront à la charge du propriétaire du compteur.

« L'entretien des compteurs en service sera assuré par des vérifications périodiques effectuées sur place, en temps utile, par les agents du Laboratoire d'essais dont ressort la concession. Les frais de cette opération, établis sur les bases d'un tarif très minime (à étudier), seront également à la charge du propriétaire du compteur.

« Les compteurs seront posés par le concessionnaire. L'abonné aura la faculté de les fournir lui-même ou de demander au concessionnaire de les fournir en location. Si le compteur appartient à l'abonné, le concessionnaire percevra à titre de frais de pose une somme de... (suppression des frais d'entretien perçus par le concessionnaire).

« Si le compteur est fourni par le concessionnaire, celui-ci percevra, à titre de frais de pose, une somme de..; et, à titre de frais de location, une somme mensuelle de... »

Art. 17 : *Vérification supplémentaire des compteurs.* — « Le concessionnaire pourra procéder lui-même à la vérification des compteurs, aussi souvent qu'il le jugera utile, sans que cette vérification donne lieu, à son profit, à aucune allocation et à la condition que cette opération soit faite sans briser les plombs de garantie apposés par le *Laboratoire régional d'essais.*

« En cas de contestations, le concessionnaire ou l'abonné auront toujours le droit de demander la vérification supplémentaire du compteur, soit par un expert désigné d'un commun accord des parties, soit, à défaut d'accord, par le Laboratoire d'essais, dans le ressort duquel se trouve la concession. »

Art. 17 *bis.* — « La teneur des articles ci-dessus 16 et 17 devra être intégralement portée, par le concessionnaire, à la connaissance de ses abonnés, soit par insertion desdits articles dans les polices d'abonnement ou demandes d'installations, ou par tout autre moyen tel que l'abonné ne puisse en ignorer... »

*
* *

Les conditions d'exécution des vérifications prévues par les articles ci-dessus nous paraissent pouvoir être assurées facilement par les divers Laboratoires d'essais électriques agréés actuellement par les pouvoirs publics ou à agréer, s'il y a lieu, et à subventionner selon les besoins, dans le cas où les redevances perçues pour vérifications ne suffiraient pas à leur subsistance. D'après une étude préalable, que nous avons faite, des tarifs convenables à appliquer, nous ne pensons pas que cette subvention dût être élevée et peut-être même pourrait-elle être nulle...

Il suffirait d'attribuer à chacun des laboratoires existants, ou à créer, si leur nombre actuel est insuffisant, la vérification des compteurs des concessions d'un certain nombre de départements formant une zone autour dudit laboratoire.

Cette organisation pourrait, du reste, être très facilement harmonisée avec le *Service de contrôle des poids et mesures* déjà existant.

L. Barbillion.
Professeur à l'Université de Grenoble,
Directeur de l'Institut électrotechnique.

(1) Laboratoire agréé par les pouvoirs publics.

# Puissance absorbée par les machines-outils.

## MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS

### Considérations générales.

On sait la difficulté qui existe pour déterminer dans un avant-projet les puissances absorbées par des machines-outils produisant un travail bien défini.

Les résultats consignés ci-dessous et qui ne concernent que des machines à travailler le bois sont extraits de ceux que nous avons été appelé à relever sur toutes les machines d'une très importante scierie où tous les outils sont actionnés individuellement par un moteur électrique spécial. Nous n'indiquons ici que les machines principales.

L'usine où ces essais ont été effectués est un modèle du genre. Toutes les machines-outils sont modernes et munies des tous derniers perfectionnements.

Certains de ces outils sont commandés directement par courroie sans intermédiaires. D'autres, dont la vitesse propre n'est pas en rapport avec la vitesse des moteurs qui les actionnent, ont nécessité, suivant l'encombrement disponible, une ou plusieurs transmissions supplémentaires qui se composent, comme toujours, de deux poulies clavetées sur un arbre supporté par deux paliers.

Nous indiquerons, pour chaque machine, le nombre de tours-minute de chacun des moteurs employés. Il sera donc facile de faire tous les rapprochements nécessaires pour la détermination industrielle de la puissance approximative absorbée par une machine-outil du même genre effectuant le même travail.

A part les raboteuses et les rubans à cylindres où la pièce de bois est entraînée mécaniquement sans nécessiter l'effort de l'ouvrier, toutes les autres machines envisagées sont conduites par un homme qui présente, dirige et pousse la pièce pendant son travail.

Certaines machines même, comme les scies circulaires, et pour le sciage en long des planches, rendent nécessaire la présence de deux ouvriers, l'un commençant le sciage en présentant et en dirigeant la planche qui est reprise par le second de l'autre côté de l'outil. A un moment donné, il arrive que le second tire déjà quand le premier agit encore dans le sens du sciage, ce qui provoque des pointes dans la puissance absorbée qui dépassent parfois celle pour laquelle les moteurs sont construits. Mais, comme ces surintensités sont très courtes, il n'en résulte aucun inconvénient.

En général, les scieries modernes, et c'est le cas pour celle qui nous occupe, ont leurs moteurs avec les transmissions de chaque machine, dissimulés dans des fosses aménagées dans le sol de l'usine. Ces fosses sont soigneusement fermées pour éviter le plus possible l'introduction des sciures et la ventilation ne s'opère plus que par l'ouverture réservée à la courroie qui monte de la fosse pour entraîner la machine-outil. Il faut donc prévoir la température, quelquefois assez élevée, qu'atteignent les moteurs dans des conditions de ventilation aussi défectueuses. Heureusement que le mouvement des moteurs eux-mêmes, des transmissions et des courroies, en agitant l'air, atténue parfois, dans d'assez grandes proportions, la chaleur développée.

Dans les essais ci-dessus, la puissance indiquée est *la puissance absorbée aux bornes des moteurs à l'arrivée du courant.* C'est aussi celle qui serait marquée par le compteur dans le cas où le courant serait fourni par une distribution d'énergie extérieure à l'usine.

### ESSAIS

#### 1° Scie circulaire.

Diamètre de la scie : 800 mm.

Vitesse : 900 tours-minute.

Vitesse à la circonférence : 37 mètres-seconde.

Nombre de dents : 50.

Epaisseur de la lame : 23/10 mm.

Entraîné par moteur Gramme de 100 ampères, 110 volts, 1000 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 85 0/0.

Au démarrage : 28 ampères, 128 volts, 3585 watts ou 4,9 ch.

A vide : 13 ampères, 125 volts, 1625 watts, à 13 ampères, 130 volts, 1690 watts, soit de 2,2 à 2,3 ch.

En charge : sciage en long et sur leur largeur de plateaux de hêtre de 198 mm de largeur : 70 ampères, 130 volts, 9100 watts à 100 ampères, 130 volts, 13 000 watts ou 12,4 à 17,7 ch.

Vers la fin du travail, quand un des ouvriers poussait la pièce et qu'un second la tirait de

l'autre côté de la scie, on arrivait momentanément à 120 ampères, 126 volts, 15 110 watts ou 20,5 ch.

### 2° Scie circulaire.

Diamètre de la scie : 600 mm.

Vitesse : 1300 tours-minute.

Vitesse tangentielle : 41 mètres-seconde.

Nombre de dents : 46.

Epaisseur de la lame : 21/10 mm.

Entraîné par moteur Gramme de 55 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 83,5 o/o.

Au démarrage : 35 ampères, 131 volts, 4600 watts ou 6,25 ch.

A vide : 13 ampères, 129 volts, 1677 watts ou 2,3 ch.

En charge : sciage en long d'une pièce de hêtre de 90 mm d'épaisseur : 45 ampères, 124 volts, 5590 watts à 55 ampères, 124 volts, 6820 watts ou 7,6 à 9,3 ch.

De même que pour la scie précédente, vers la fin du travail, quand un des ouvriers agissait encore sur la pièce alors que le second la tirait, on atteignait :

70 ampères, 124 volts, 8680 watts à 75 ampères, 125 volts, 9390 watts ou 11,8 à 12,8 ch

### 3° Scie circulaire.

Diamètre de la scie : 600 mm.

Vitesse : 1300 tours-minute.

Vitesse tangentielle : 41 mètres-seconde.

Nombre de dents : 46.

Epaisseur de la lame : 21/10 mm.

Entraînée par moteur Gramme de 55 ampères, 110 volts, 1275 tours minute.

Rendement à pleine charge : 83,5 o/o.

Au démarrage : 40 ampères, 114 volts, 4560 watts ou 6,2 ch.

A vide : 11 ampères, 144 volts, 1254 watts ou 1,7 ch.

En charge : sciage de pièces de hêtre *en travers* de 80 mm d'épaisseur et de 500 mm de largeur.

55 ampères, 115 volts, 6325 watts à 60 ampères, 115 volts, 6900 watts ou 8,6 à 9,4 ch.

### 4° Scie circulaire.

Diamètre de la scie : 500 mm.

Vitesse : 1600 tours-minute.

Vitesse tangentielle : 42 mètres-seconde.

Nombre de dents : 46.

Epaisseur de la lame : 21/10 mm.

Entraînée par moteur Gramme de 26 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 79,5 o/o.

Au démarrage : 15 ampères, 124 volts, 1860 watts ou 2,5 ch.

A vide : 7 ampères, 126 volts, 882 watts ou 1,2 ch.

En charge : sciage *en travers* de 6 panneaux de hêtre de 8 mm d'épaisseur, soit, au total, 48 mm d'épaisseur.

20 ampères, 122 volts, 2440 watts à 30 ampères, 122 volts, 3660 watts ou 3,3 à 5 ch.

### 5° Scie circulaire.

Diamètre de la scie : 500 mm.

Vitesse : 1600 tours-minute.

Vitesse tangentielle : 42 mètres-seconde.

Nombre de dents : 46.

Epaisseur de la lame : 21/10 mm.

Entraînée par moteur Gramme de 26 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 79,5 o/o.

Au démarrage : 20 ampères, 130 volts, 2600 watts ou 3,5 ch.

A vide : 7 ampères, 129 volts, 903 watts ou 1,2 ch.

En charge : sciage *en long* de hêtre de 90 mm d'épaisseur.

40 ampères, 130 volts, 5200 watts à 55 ampères, 130 volts, 7150 watts ou 7 à 10 ch.

Il est à remarquer que, dans cet essai, le moteur trop faible n'était placé qu'à titre provisoire. Il s'est, d'ailleurs, très bien comporté, malgré les surcharges momentanées mais, cependant, appréciables, qui lui ont été appliquées.

Malgré cette particularité, et pour un travail semblable, la consommation est la même que celle relevée à la scie circulaire du paragraphe 2.

### 6° Scie à ruban.

Largeur de la lame : 60 mm.

Ecartement des dents : 30 mm.

Epaisseur de la lame : 11/10 mm.

Vitesse linéaire de la lame : 31 mètres-seconde.

Entraînée par moteur Gramme de 55 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 83,5 o/o.

Au démarrage : de 40 ampères, 115 volts, 4600 watts, à 50 ampères, 115 volts, 5750 watts ou 6,3 à 7,8 ch.

A vide : de 12 ampères, 110 volts, 1320 watts, à 15 ampères, 110 volts, 1650 watts ou 1,8 à 2,3 ch.

En charge : sciage en long de hêtre de 80 mm d'épaisseur, de 20 ampères, 110 volts, 2200 watts, à 45 ampères, 116 volts, 5220 watts ou 3 à 7 ch.

### 7° Scie à ruban

Largeur de la lame : 8 mm.

Ecartement des dents : 5 mm.

Epaisseur de la lame : 10/10 mm.

Vitesse linéaire de la lame : 25 mètres-seconde.

Entraînée par moteur Gramme de 40 ampères, 110 volts, 1250 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 82 0/0.

Au démarrage : 20 ampères, 125 volts, 2500 watts ou 3,4 ch.

A vide : 8 ampères, 127 volts, 1016 watts ou 1,4 ch.

En charge : sciage de pièces de hêtre en long de 50 mm d'épaisseur, de 18 ampères, 125 volts, 2250 watts, à 20 ampères, 120 volts, 2400 watts ou 3,1 à 3, 3 ch.

### 8° Ruban à cylindres.

Largeur de la lame : 60 mm.

Ecartement des dents : 35 mm.

Epaisseur de la lame : 11/10 mm.

Vitesse linéaire de la lame : 40 mètres-seconde.

Entraînée par moteur Gramme de 120 ampères 110 volts, 1000 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 85,5 0/0.

Au démarrage : 100 ampères, 105 volts, 10 500 watts ou 14,5 ch.

A vide : 35 ampères, 118 volts, 4130 watts ou 5,6 ch.

En charge : bois blanc largeur de 225 mm. Avancement automatique.

Vitesse d'avancement : 11 mètres à la minute, de 60 ampères, 118 volts, 7080 watts, à 75 ampères, 117 volts, 8775 watts ou 9,6 à 12 ch.

### 9° Dégauchisseuse.

Largeur utile : 400 mm.

Entraînée par moteur Gramme de 26 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Au démarrage : 15 ampères, 136 volts, 2040 watts, à 20 ampères, 136 volts, 2720 watts ou 2,8 à 3,7 ch.

A vide : 7 ampères, 135 volts, 945 watts ou 1,3 ch.

En charge : Planches de hêtre de 380 mm de largeur.

40 ampères, 135 volts, 5400 watts ou 7,4 ch.

Le moteur était provisoirement placé pour les essais.

### 10° Raboteuse.

Largeur utile : 330 mm.

Entraînée par moteur Sautter-Harlé sans désignation de puissance tournant à 1800 tours-miuute.

Au démarrage : 30 ampères, 136 volts, 4080 watts ou 5,6 ch.

A vide : 10 ampères, 137,5 volts, 1375 watts à 11 ampères, 137,5 volts, 1512 watts ou 1,9 à 2,1 ch.

En charge : 1° Rabotage de planches *en bois blanc* de 250 mm de largeur.

Epaisseur du copeau : 1 mm.

Vitesse d'avancement : 11,50 m à la minute, 25 ampères, 135 volts, 3375 watts à 35 ampères, 135 volts, 4725 watts ou 4,6 à 6,4 ch.

2° Rabotage de planches *en hêtre* de 250 mm de largeur.

Même vitesse d'avancement et même épaisseur du copeau que précédemment, 30 ampères, 135 volts, 4050 watts à 40 ampères, 135 volts, 5400 watts ou 5,5 à 7,3 ch.

### 11° Raboteuse.

Largeur utile : 600 mm.

Entraînée par moteur Gramme 55 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 83,5 0/0.

Au démarrage : 60 ampères, 121 volts, 7260 watts ou 10 ch.

A vide : 18 ampères, 125 volts, 2250 watts à 22 ampères, 123 volts, 2706 watts ou 3,1 à 3,7 ch.

En charge : Hêtre de 235 mm de largeur.

Avancement automatique.

Vitesse d'avancement : 8 m à la minute.

Epaisseur du copeau : 2 mm, de 60 ampères, 121 volts, 7260 watts à 70 ampères, 121 volts, 8470 watts ou 10 à 11,5 ch.

### 12° Mortaiseuse.

Entraînée par moteur Gramme de 18 ampères, 110 volts, 1475 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 79 0/0.

A vide : 6 ampères, 133 volts, 798 watts ou 1,1 ch.

En charge : Percement de 25 mm de diamètre dans du hêtre de 5 cm d'épaisseur.

10 ampères, 133 volts 1330 watts ou 1,8 ch.

### 13° Mortaiseuse.

Entraînée par moteur Gramme de 18 ampères, 110 volts, 1475 tours-minute.

A vide : 6 ampères, 120 volts, 720 watts ou 1 ch.

En charge : mortaise de 10 mm dans du hêtre de 0,05 m d'épaisseur.

9 ampères, 120 volts, 1080 watts ou 1,5 ch.

### 14° Mortaiseuse verticale.

Entraînée par moteur Gramme de 26 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 79,5 0/0.

Au démarrage : 20 ampères, 125 volts, 2500 watts ou 3,4 ch.

A vide : 13 ampères, 126 volts, 1640 watts ou 2,2 ch.

En charge : percemen t de 55 mm dans du hêtre 17 ampères, 125 volts, 2125 watts ou 2,9 ch.

**15° Toupie.**

Entraînée par moteur Gramme de 26 ampères, 110 volts, 1275 tours-minute.

Rendement à pleine charge : 79,5 o/o.

Au démarrage : 30 ampères, 116 volts, 3480 watts ou 4,7 ch.

A vide : 18 ampères, 120 volts, 2160 watts ou 3 ch.

En charge : tenons à l'extrémité d'une pièce de hêtre de 95 mm de largeur et de 25 mm d'épaisseur.

30 ampères, 120 volts, 3600 watts à 34 ampères, 120 volts, 4090 watts ou 4,9 à 5,5 ch.

L'examen de ces résultats montre qu'il faut prévoir largement les moteurs destinés à faire mouvoir les outils que nous avons envisagés. On a, en effet, souvent l'habitude de les choisir trop justes et on se trouve dans la nécessité de les remplacer au bout de peu de temps, quelquefois après qu'ils sont détériorés.

Nous attirons donc l'attention sur ce point. Il faut relativement peu de chose pour que la puissance absorbée augmente dans de notables proportions. Il suffit que l'ouvrier qui travaille pousse sa pièce plus vigoureusement qu'un autre ou que les parties tranchantes des outils laissent à désirer.

L. Couillard.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Exportation de machines électriques par l'Angleterre.

Ce n'est guère qu'en 1903, lisons-nous dans le *Times Engineering Supplement*, que les constructeurs anglais de machines électriques, s'étant laissé distancer par la fabrication américaine et allemande, ont commencé à exporter leurs produits. Antérieurement, le Royaume-Uni achetait au dehors plus d'outillage destiné à son propre usage qu'il n'en vendait. Depuis 1903, les exportations ont suivi une marche ascensionnelle et pris un développement remarquable, comme le montre le tableau ci-après qui fait ressortir l'activité électrique du Royaume-Uni comparée à celle des Etats-Unis.

EXPORTATIONS TOTALES DE MACHINES ÉLECTRIQUES

| | Du Royaume-Uni. | Des Etats-Unis. |
|---|---|---|
| 1903. . | 10 929 650 fr. | 30 101 325 fr. |
| 1904. . | 13 074 125 | 29 405 250 |
| 1905. . | 16 112 000 | 37 973 575 |
| 1906. . | 21 043 925 | 40 985 075 |
| 1907. . | 24 892 725 | 46 905 000 |
| 1908. . | 33 850 450 | 44 245 925 |
| 1909. . | 35 804 350 | 33 591 050 |
| 1910. . | 40 066 900 | 31 501 375 |
| 1911. . | 44 767 975 | 41 794 925 |

Les exportations anglaises ont gagné du terrain, durant ces neuf dernières années, non pas seulement dans certaines régions étrangères, mais bien dans tous les pays du globe. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Le téléphone Petersen.

On lit dans la *Zeitschrift für Schwachstromtechnik* qu'un inventeur danois, M. Petersen, directeur de banque à Nykœbing (île de Falster), a obtenu un perfectionnement important dans les transmissions téléphoniques en échauffant l'embouchure du téléphone. Cet échauffement raréfie l'air se trouvant dans cette embouchure : il en résulte que, au cours de conversations à grandes distances, les sons parviennent très distincts. M. le professeur Hannover, ayant essayé le dispositif Petersen, a constaté un renforcement extraordinaire des sons téléphoniquement transmis, quelle que fût la composition de la membrane de l'embouchure : mica, charbon ou métal. Il importe peu, en outre, que la membrane soit très exactement tendue ou non. Lors de conversations échangées, à titre d'essai, entre Nykœbing et Copenhague, les sons parvenaient si intenses que les correspondants pouvaient percevoir les mots transmis après avoir placé leur appareil sur une table et s'être éloignés sensiblement de cette table. — G.

## TRACTION

### Un train actionné par une batterie d'accumulateurs aux Etats-Unis.

Le *Times Engineering Supplement* rapporte qu'aux Etats-Unis le premier train de chemin de fer actionné par des batteries d'accumulateurs et pourvu d'un système régulateur à unités multiples, a été récemment mis en marche, à titre d'essai, depuis la gare de Pensylvanie, New-York, jusqu'à Long Beach (ligne de Long Island). Le trajet, 40 km, a été franchi en 57 minutes et le voyage de retour a été accompli en 53 minutes. Le train en question, construit d'après les plans de la compagnie « Federal Storage Battery », de Silver Lake (New Jersey), et pourvu de batteries d'accumulateurs Edison, est destiné au réseau

des chemins de fer de Cuba; il doit assurer le service sur un embranchement partant de la Havane où circule actuellement une locomotive à vapeur remorquant un seul wagon. Il se compose de trois voitures, chacune portant quatre moteurs à 200 volts et une batterie Edison de 216 éléments. La caractéristique importante du train en question réside en cette circonstance que plus d'une voiture est commandée par un seul combinateur d'après le système de contrôle à unités multiples.

Les voitures mesurent chacune environ 10,6 m de longueur et comprennent deux boggies. Chacune d'elles peut loger 42 voyageurs.

A l'arrivée du train de Long Beach, les batteries furent chargées durant 20 minutes, au moyen du troisième rail, avant le départ pour le voyage de retour.

La batterie peut assurer un trajet de 95 à 160 km avec une charge de sept heures, mais si on lui donne de courtes charges intermédiaires durant la journée, on obtient un rendement plus élevé et un parcours plus grand.

La puissance consommée par le train en question, lors de son voyage d'essai, a été d'environ 2,5 kw par km : par suite, en supposant que l'énergie revienne à 0,05 fr le kw, on voit que l'on a pu transporter 150 voyageurs sur un parcours de 80 km, moyennant une dépense d'une dizaine de francs de courant.

# Bibliographie

**Les machines asynchrones.** 1re partie : *Les machines d'induction, théorie, calcul, construction, fonctionnement*, par E. Arnold et J.-L. Lacour, en collaboration avec A. Fraenckel. Traduit de l'allemand par Gaston Dermine et Marie-Louis Paget. Un volume, format 25 × 16 cm, de xvi-576 pages, avec 367 figures et 10 planches hors texte. Prix : 22 fr. (Paris, librairie Ch. Delagrave).

Cet important ouvrage fait partie d'une série de volumes consacrée à la technique des courants alternatifs et publiée en Allemagne par Arnold et Lacour.

Les traducteurs et l'éditeur ont eu l'excellente idée de publier une traduction française qui permettra aux techniciens français de profiter de cette étude magistrale, la plus complète qui ait été faite jusqu'à présent.

Ainsi que le disent les auteurs dans l'avant-propos, voilà environ vingt ans que la machine d'induction a été inventée, que ses applications sont devenues de plus en plus nombreuses, que leur construction et leur théorie ont été laborieusement perfectionnées et, pourtant, il n'existait pas de traité complet de la machine d'induction. C'est cette lacune qui a été comblée par le regretté Arnold et par ses collaborateurs au prix d'un travail considérable.

L'étudiant ainsi que l'ingénieur praticien y trouveront tous les renseignements qu'ils peuvent désirer tant au point de vue pratique qu'au point de vue théorique.

Cette première partie de l'ouvrage est divisée en vingt-trois chapitres, dont voici les titres qui permettront au lecteur de se rendre compte facilement du programme suivi et de l'importance des sujets traités.

Chapitre Ier. — Introduction : division des machines asynchrones et moyens de production du champ tournant.

II. — Fonctionnement du rotor, glissement, couple.

III. — Equations et constantes d'une machine d'induction polyphasée.

IV. — Théorie analytique.

V. — Théorie graphique des moteurs polyphasés.

VI. — Diagramme de fonctionnement du moteur d'induction polyphasé; sa détermination par les essais à vide et en court-circuit.

VII et VIII. — Théorie et diagramme de fonctionnement du moteur d'induction monophasé.

IX. — Influence des harmoniques du champ et du courant sur le fonctionnement d'un moteur d'induction.

X. — Les pertes et le rendement d'un moteur asynchrone.

XI. — Echauffement d'un moteur d'induction.

XII. — Démarrage et réglage de la vitesse des moteurs d'induction polyphasés.

XIII. — Démarrage et réglage de la vitesse des moteurs d'induction monophasés.

XIV. — Essais d'un moteur d'induction.

XV. — Calcul préliminaire d'un moteur d'induction.

XVI. — Exemples de calculs de moteurs.

XVII. — La construction d'une machine d'induction.

XVIII. — Les applications des moteurs d'induction.

XIX. — La génératrice d'induction.

XX. — Couplage en cascade de deux machines d'induction.

XXI. — Couplage en cascade d'une machine d'induction avec une machine à courant alternatif synchrone. Transformateur de fréquence.

XXII. — Couplage en cascade d'une machine d'inducr tion avec une machine à courant continu. Convertisseu en cascade.

XXIII. — Quelques autres applications des machines d'induction.

Une table alphabétique et une table des matières terminent ce premier volume. La table alphabétique est des plus utiles pour faciliter les recherches et devrait toujours être établie dans les ouvrages techniques. C'est, il est vrai, un travail long et aride pour l'auteur, mais qu'on ne devrait jamais supprimer étant donné les services qu'elle rend.

Nous terminerons en signalant la parfaite exécution matérielle et en constatant qu'aucun texte allemand ne vient compliquer la lecture des figures.

J.-A. M.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Parafoudres pour tramways électriques.

Afin de protéger l'équipement d'une voiture de tramway électrique contre les décharges atmosphériques, la Compagnie française Thomson-Houston construit un parafoudre spécial qui protège également l'installation de la voiture contre les surtensions de toute nature.

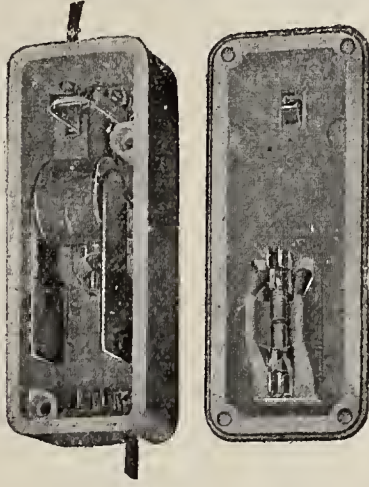


Fig. 149.

Ce parafoudre, dont la figure 149 donne le schéma des connexions, comporte une intervalle réglable de décharge A, compris entre deux pièces de cuivre rouge dont les extrémités affectent la forme d'un tronc de cône. L'intervalle de décharge est réglé pour une distance explosive de 2000 volts sur les circuits à 600 volts.

Une résistance constituée par un cylindre en graphite R est montée en série avec le dispositif de décharge; une partie de cette résistance est shuntée par une bobine de soufflage B dans le champ magnétique de laquelle est placé le dispositif de décharge.

Le parafoudre est enfermé dans une boîte en porcelaine, munie d'un couvercle de même matière permettant de vérifier et de réparer l'appareil. Cette boîte en porcelaine est protégée par une seconde boîte en bois.

Ce parafoudre est placé entre la prise de courant et la terre. Une bobine de self est intercalée sur le conducteur de prise de courant, avant la dérivation allant au parafoudre; la réactance de cette bobine s'oppose à toute décharge dans le circuit de l'équipement de la voiture.

La figure 150 montre le parafoudre ouvert.

Lorsqu'une décharge atmosphérique se produit sur la ligne, elle traverse, si elle est suffisante, l'intervalle A de décharge du parafoudre et se rend à la terre par l'intermédiaire de la résistance R. La partie de cette résistance reliée aux bornes de la bobine de soufflage B laisse passer un courant suffisant pour produire un champ magnétique intense qui souffle l'arc amorcé en A. Le soufflage est proportionné exactement à l'intensité de l'arc qu'il doit éteindre et cette extinction est si rapide que l'appareil est toujours en état de protéger contre de nouvelles décharges.

Pour des voitures de tramways alimentées sous 500 volts, la résistance en graphite a environ 60 ohms et la distance explosive est d'environ 0,635 millimètres.

Lorsque la tension du courant d'alimentation est notablement supérieure à 500 volts, on utilise avec avantage un parafoudre du même genre qui ne diffère du précédent que par la substitution d'un aimant permanent à l'électro-aimant de soufflage.

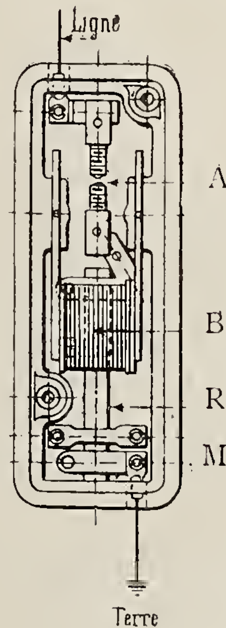



Fig. 150.

DE KERMOND.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

**Distribution en boucle.** — Le schéma de la figure 151 montre le dispositif de cette distribution. Les récepteurs marqués 1, 2, 3, 4 (les raisonnements qui suivent s'étendront sans difficulté à un nombre quelconque de récepteurs) sont branchés entre deux conducteurs $a_1$ $a_4$ et $b_1$ $b_4$. Ces deux conducteurs sont reliés à la génératrice G par leurs extrémitées opposées $a_1$ et $b_4$.

On prête souvent à ce dispositif la propriété de réaliser une tension uniforme aux bornes des divers récepteurs. Ce n'est exact que sous une condition qui le rendrait impraticable.

Pour nous en rendre compte, nous allons étudier la distribution des tensions dans les diverses parties du circuit représenté par la figure 151.

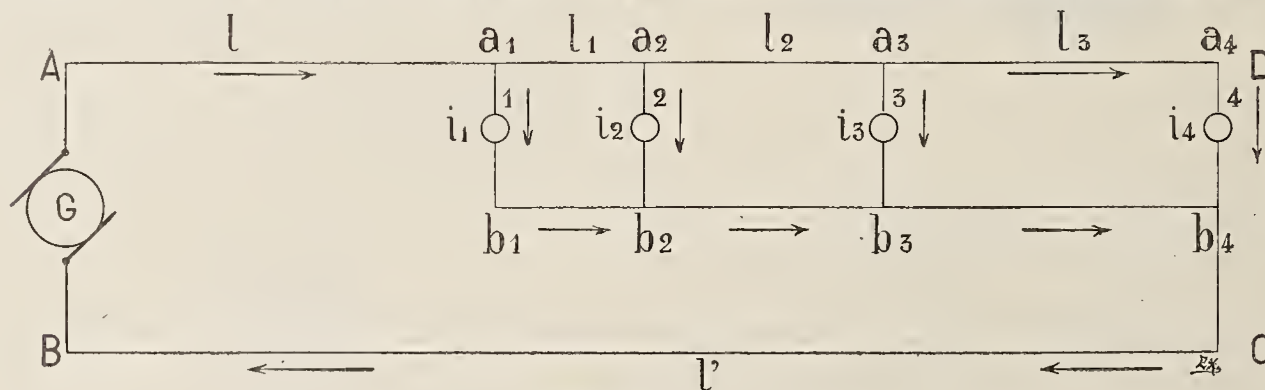



Fig. 151.

Supposons que le courant sorte de la génératrice par la borne A pour y rentrer par la borne B ou, comme on dit communément, que A soit le pôle positif et B le pôle négatif de la machine. Désignons par A et B les valeurs du potentiel aux points correspondants. Puisque ce sont seulement les différences de potentiel qui sont déterminées et accessibles aux mesures, rien n'empêche de considérer comme nul le potentiel du point B. Dès lors, la tension de la machine est A.

Désignons par $I$ le courant total fourni au circuit extérieur A D C B; par $i_1$ $i_2$ $i_3$ $i_4$ les intensités de courant respectivement demandées par chacun des récepteurs 1, 2, 3 et 4, de façon que

$$I = i_1 + i_2 + i_3 + i_4 \qquad (73)$$

par $l, l_1, l_2, l_3, l'$ et par $r, r_1, r_2, r_3, r_4, r'$ les longueurs et les résistances des portions A$a_1$, $a_1$ $a_2$ (ou $b_1$ $b_2$), $a_2$ $a_3$ (ou $b_2$ $b_3$), $a_3$, $a_4$ (ou $b_3$, $b_4$) et $b_4$ C B; enfin, par $\Delta$, $\Delta_1$, $\Delta_2$, $\Delta_3$, les densités de courant dans les conducteurs A$a_1$, $a_1$ $a_2$, $a_2$ $a_3$, $a_3$ $a_4$ et par $\Delta'_1$, $\Delta'_2$, $\Delta'_3$, $\Delta'$ les mêmes quantités pour les conducteurs $b_1$ $b_2$, $b_2$ $b_3$, $b_3$ $b_4$ et $b_4$ C B.

D'autre part, chaque récepteur consomme pour son fonctionnement une certaine quantité d'énergie qui est égale au produit de l'intensité du courant qu'il reçoit par la différence de potentiel qui s'établit à ces bornes, cela quelle que soit la nature du récepteur. Cette différence de potentiel aux bornes résulte de l'équilibre, ou du régime qui s'établit de lui-même du fait du fonctionnement de l'ensemble du système considéré. Si la distribution était parfaite, elle serait la même pour tous les récepteurs. Comme nous ignorons *a priori* s'il en est ainsi, nous désignerons par $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$, ces différences de potentiel et nous allons chercher à trouver leurs valeurs.

Dans les diverses portions du circuit, les courants sont

en A $a_1$ et $b_4$ C B . . . $I$,
— $a_1 a_2$ . . . . . . $i_2 + i_3 + i_4$
— $a_2 a_3$ . . . . . . $i_3 + i_4$
— $a_3 a_4$ . . . . . . $i_4$
— $b_1 b_2$ . . . . . . $i_1$
— $b_2 b_3$ . . . . . . $i_1 + i_2$
— $b_3 b_4$ . . . . . . $i_1 + i_2 + i_3$

On voit que les courants sont différents dans les conducteurs de même longueur $a_1$ $a_2$ et $b_1$ $b_2$, $a_2 a_3$ et $b_2$ $b_3$, $a_3 a_4$ et $b_3$ $b_4$.

La formule $u = 0{,}32\ L\ \Delta$ donne la valeur absolue des chutes de tension dans ces diverses

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, p. 84 n° 1129, 17 août, p. 103, n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197, n° 1136, 5 octobre, p, 214, n° 1137, 12 octobre, p. 229, n° 1138, 19 octobre, p. 247 et n° 1139, 26 octobre, p. 262.

parties; mais il faut observer, pour l'appliquer correctement, que la longueur à y faire figurer sera la moitié de chacune des longueurs $l_1$, $l_2$, $l_3$, ce qui revient à y porter ces longueurs elles-mêmes en réduisant de moitié le coefficient numérique de la formule.

Les chutes de tension respectives seront ainsi

$$\left.\begin{array}{ll} \text{en } Aa_1 \ldots\ldots & u = 0{,}016\, l\, \Delta \\ \text{en } a_1 a_2 \ldots\ldots & u_1 = 0{,}016\, l_1\, \Delta_1 \\ — a_2 a_3 \ldots\ldots & u_2 = 0{,}016\, l_2\, \Delta_2 \\ — a_3 a_4 \ldots\ldots & u_3 = 0{,}016\, l_3\, \Delta_3 \\ — b_1 b_2 \ldots\ldots & u'_1 = 0{,}016\, l_1\, \Delta'_1 \\ — b_2 b_3 \ldots\ldots & u'_2 = 0{,}016\, l_2\, \Delta'_2 \\ — b_3 b_4 \ldots\ldots & u'_3 = 0{,}016\, l_3\, \Delta'_3 \\ — b_4\, CB \ldots\ldots & u' = 0{,}016\, l'\, \Delta' \end{array}\right\} \quad (74)$$

Ces chutes de tension sont évidemment toutes différentes.

Entre les points A et B existe la tension A. Or, on peut aller de A à B par les chemins A$a_1$ $b_1$ C B, A $a_2$ $b_2$ C B, A $a_3$ $b_3$ C B, A $a_4$ $b_4$ C B. L'équilibre du système exige que la somme des différences de potentiel soit, pour chacun de ces circuits, égale à la valeur commune A. Bien que ce fait ait à peine besoin de démonstration, voici comment on peut s'en rendre compte. Si aux bornes d'un circuit de résistance $R$ on établit une différence de potentiel $U$, il y passe un courant $I$ tel que, d'après la loi d'Ohm.

$$U = RI$$

Il y a donc bien égalité entre le potentiel aux bornes et le potentiel réparti dans le circuit. Si aux bornes de plusieurs circuits différents de résistances $R'$ $R''$, on établissait cette même différence de potentiel $U$, ces circuits seraient le siège de courants $I$, $I'$ $I''$ tel que

$$U = RI = R'I' = R''I'' = \ldots\ldots$$

Si, parmi ces circuits il s'en trouvait un de résistance $r$ qui possédât une force contre électromotrice $e$ (moteur électrique, cuv. électrolytique, etc.), le courant $i$ dans ce circuit résulterait de l'équation.

$$U = ri - e$$

Dans ce cas, $e$ est une donnée physique qui est particulière au récepteur envisagé et le courant $i$ prend la valeur qui satisfait, $U$ étant fixé, à cette équation.

Appliquons ces remarques au circuit A $a_1$ $b_1$ $c$ B.

La différence de potentiel A est équilibrée par la chute de tension $u$ en A $a_1$, par la tension $\alpha$, aux bornes du récepteur 1 et par la somme des chutes de tension dans les parties $b_1$ $b_2$, $b_2$ $b_3$, $b_3$ $b_4$, $b_4$ C B, de sorte qu'avec les notations adoptées on a

$$A = u + \alpha_1 + u'_1 + u'_2 + u'_3 + u' \quad (75)$$

On aurait de même pour chacun des autres circuits

$$\left.\begin{array}{l} A = u + u_1 + \alpha_2 + u'_2 + u'_3 + u' \\ A = u + u_1 + u_2 + \alpha_3 + u'_3 + u' \\ A = u + u_1 + u_2 + u_3 + \alpha_4 + u' \end{array}\right\} \quad (76)$$

De ces équations on tire facilement les valeurs de $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$ qui sont

$$\left.\begin{array}{l} \alpha_1 = A - u - u'_1 - u'_2 - u'_3 - u' \\ \alpha_2 = A - u - u_1 - u'_2 - u'_3 - u' \\ \alpha_3 = A - u - u_1 - u_2 - u'_3 - u' \\ \alpha_4 = A - u - u_1 - u_2 - u_3 - u' \end{array}\right\} \quad (77)$$

ou en remplabant les $u$ par leurs valeurs tirées des équations (74) et en mettant le coefficient numérique en facteur commum

$$\left.\begin{array}{l} \alpha_1 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l_1\Delta'_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3 + l'\Delta') \\ \alpha_2 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l_1\Delta_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3 + l'\Delta') \\ \alpha_3 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta'_3 + l'\Delta') \\ \alpha_4 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta_3 + l'\Delta') \end{array}\right\} \quad (78)$$

Telles qu'elles résultent de ces formules, les valeurs de ces tensions ne sont donc pas les mêmes. Or, on peut écrire ces formules de la façon suivante :

$$\left.\begin{array}{l} \alpha_1 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l'\Delta') - 0{,}016 \\ \qquad (l_1\Delta'_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_2 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l'\Delta') - 0{,}016 \\ \qquad (l_1\Delta_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_3 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l'\Delta) - 0{,}016 \\ \qquad (l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_4 = A - 0{,}016\,(l\Delta + l'\Delta') - 0{,}016 \\ \qquad (l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta_3) \end{array}\right\} \quad (79)$$

La différence A — 0,016 ($l\Delta + l'\Delta'$) qu'on voit apparaître dans ces 4 formules n'est autre que la tension aux bornes de la génératrice diminuée des chutes de tension dans les conducteurs A$a_1$ et B C $b_4$. C'est donc la tension $A^1$ qui existe entre les points $a_1$ et $b_4$ et on peut observer qu'il n'y a aucune hypothèse particulière à faire sur les densités de courant dans ces portions du cir-

cuit. Elles n'influent pas sur les *valeurs relatives* des tensions aux bornes des récepteurs.

On peut donc en posant

$$A' = A - 0{,}016\,(l\Delta + l'\Delta') \qquad (80)$$

écrire de la façon suivante les formules (79)

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= A' - 0{,}016\,(l_1\Delta'_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_2 &= A' - 0{,}016\,(l_1\Delta_1 + l_2\Delta'_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_3 &= A' - 0{,}016\,(l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta'_3) \\ \alpha_4 &= A' - 0{,}016\,(l_1\Delta_1 + l_2\Delta_2 + l_3\Delta_3) \end{aligned}\right\} \quad (81)$$

On voit alors que si toutes les quantités $\Delta$, $\Delta_2$, $\Delta'_1$, $\Delta'_2$, $\Delta'_3$, avaient une même valeur $\Delta_0$, c'est-à-dire si on pouvait écrire

$$\Delta_0 = \Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta'_1 = \Delta'_2 = \Delta'_3 \quad (82)$$

chaque parenthèse se réduirait à la même somme

$$l_1 + l_2 + l_3$$

et on aurait

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = A' - 0{,}016 = \Delta_0 \; (l_1 + l_2 + l_3) \qquad (83)$$

Telle est la condition nécessaire et suffisante pour qu'un tel système fournisse rigoureusement la même tension aux bornes des récepteurs qu'il alimente.

Ch. VALLET.

*(A suivre.)*

# Exposé des plus intéressantes fabrications et analyses électrochimiques [1].

Depuis la publication de mon livre, *Toute la Chimie minérale par l'électricité*, dont les revues scientifiques françaises et étrangères ont fait l'éloge, j'ai été souvent consulté pour des fabrications spéciales à faire par l'électricité. L'étude complète des actions directes, secondaires ou tertiaires, avec analyse et contrôle d'analyse sur chaque produit soluble ou fusible, simple ou mélangé, m'a fait prévoir que tout était possible. J'ai alors tout essayé, au point de vue de tout extraire du produit naturel, et de le réaliser d'une manière irréprochable, en notant les conditions de préparation voulue. Puis, j'ai tout repris une troisième fois, pour comparer avec les méthodes indiquées par d'autres, en faire le contrôle et donner la solution la plus parfaite en en faisant la rédaction complète. De plus, j'ai ajouté les préparations faites par la chaleur sans électrolyse, au four électrique. Je l'ai refondue ensuite en entier pour la rendre claire, élégante, en ordre parfait, et le travail, commencé en 1892, a pu ainsi être édité, après avoir été présenté à l'Académie des sciences avec éloge, en avril 1908. La seconde édition a paru en octobre 1910; elle contient un complément, où l'on peut voir que, sur 28 contrôles refaits à fond, où je donne des renseignements nouveaux, aucune rectification n'est à apporter dans la pratique des précédentes fabrications et analyses.

Mais il n'est pas facile de résumer en une demi-douzaine de pages 800 pages d'un grand in-octavo. Je ne peux que donner une idée de ce travail considérable. Quand on pense que toutes les actions secondaires y sont rapportées et utilisées, la manière dont se comporte une anode de chaque métal dans les différents bains, la force électromotrice, la résistivité en ohms-centimètre de la plupart, les variations selon la forme et la grandeur des vases, la chaleur, etc., les meilleurs bains de dépôt, le tant pour 100 selon la disposition adoptée, le meilleur courant pour le dépôt de chaque métal, ce qui m'a conduit par des courants appropriés à les faire déposer presque tous à leur rang et à les séparer! Je ne puis qu'esquisser les principales préparations qui me sont propres et qui s'ajouteront à ce qu'on savait déjà, pour permettre de remplacer celles qui se faisaient, au moyen du charbon, du gaz et des réactions anciennes, par les forces naturelles transformées en énergie électrique, et les reproduisant toutes par des moyens nouveaux.

Suivons maintenant l'ordre de la nomenclature que j'ai dû adopter pour l'électrochimie et qui est à peu près celui de la chimie ordinaire, pour en donner une idée. D'abord, pour les éléments

(1) Communication faite au Congrès de Dijon de l'Association française pour l'avancement des sciences.

de l'eau, je n'ai rien inventé pour dégager l'oxygène et l'hydrogène, mais j'ai imaginé un voltamètre, où les fils de platine ont 1 mm de diamètre, les éprouvettes graduées sont suspendues au-dessus des fils, et où j'emploie 1 litre et demi d'eau acidulée au dixième avec de l'acide sulfurique pur; j'ai pu, avec cet instrument, vérifier un ampèremètre de la maison Bréguet de 0 à 7 ampères, divisés en vingtièmes, et qui est retombé rigoureusement, alors qu'avec le plus fort voltamètre du commerce, tel qu'on les construit, je n'aurais pu facilement dépasser 0,35 ampère. Puis, dans toutes les préparations qui donnent ces deux gaz, j'indique, par des cloches suspendues au-dessus des électrodes, le moyen de les recueillir comme résidus de fabrication.

Dans la famille du chlore, le fluor a été complètement traité par Moissan. Mais le chlore, obtenu par les chlorures de potassium et de sodium, étant volatil, se perd en partie; la potasse et la soude libres dégagent de préférence l'oxygène et, par fort courant, j'ai vérifié qu'on a moitié de l'un et moitié de l'autre. En faisant intervenir un chlorure alcalino-terreux en sus, comme dans la carnalite, la magnésie, étant insoluble, n'est pas reprise par le courant; on a la totalité du chlore, qu'on peut brûler avec l'hydrogène dans un chalumeau formé par la juxtaposition de deux tuyaux de pipe, pour faire l'acide chlorhydrique ou transformer en hypochlorite mixte de potasse et de magnésie. On précipite cette dernière par le carbonate de potasse pour la vendre aux pharmaciens, on isole le chlorure de potassium et l'on en retire ainsi quatre produits avec une seule électrolyse.

Je donne ensuite la fabrication des chlorates et des perchorates, de l'acide chlorique et perchlorique. Il suffit d'un courant de 0,5 ampère par décimètre carré d'anode pour éviter le retour des bases par osmose dans l'acide et, en mettant un acide initial, à renforcer, au pôle positif, pour en faire indéfiniment une concentration continue, qu'on achève sur le feu. L'acide chlorique, dont on mêle à froid quelques gouttes à l'acide chlorhydrique dans une capsule de verre, redissout tous les dépôts de la cathode, à l'exception du platine et de ses similaires, et en permet l'essai rapide, pour en reconnaître la nature au moyen des réactifs. Quelques centimètres cubes, ajoutés à 50 gr d'acide chlorhydrique, dissolvent, sans pertes de vapeurs volatiles, tous les minerais porphyrisés, à l'exception de la partie inerte : silex, sulfate de baryte, chlorure d'argent.

L'acide perchlorique est assez pur pour doser la potasse.

Les iodures et bromures, dans une eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique, après avoir fait bouillir en cas de sulfures, sulfites et hyposulfites, donnent par le courant tout l'iode d'abord, le brome ensuite; l'iode est recueilli au moyen de l'amidon et d'une forte agitation; le brome, à l'état de vapeur sur de la tournure de fer. On leur donne ensuite l'affectation qu'on désire en en réalisant les divers composés.

Le soufre s'extrait des sulfures alcalins ou des autres sulfures transformés en sulfures alcalins, et, pour les analyses, des sulfates alcalino-terreux, chauffés avec du charbon; puis le sulfure ainsi obtenu est, par double décomposition, transformé en sulfure alcalin. Le chlore électrolytique, dégagé sur une anode de platine ou de charbon, pour les dosages, transforme les sulfures en sulfates, qu'on peut doser à la baryte. L'acide sulfureux s'oxydé sur une anode inattaquable pour une densité de courant de 1,5 ampère par décimètre carré d'anode, et l'hyposulfite également avec dépôt de soufre en plus.

Le séléniure de potassium donne tout son sélénium sur l'anode; il est transformé en sélénite par l'ébullition avec l'acide azotique, sur la cathode; par le chlore électrolytique en excès, il se change en séléniate de potasse, devient irréductible au maximum d'oxydation et ne donne plus aucun dépôt. En faisant toutes mes analyses métalliques par les chlorures, je rends irréductibles les métalloïdes ainsi, et j'évite toutes les impuretés qu'ils déposeraient sur la cathode. Le tellure également se comporte comme le sélénium.

De l'azote, je signalerai, pour abréger, la fabrication de l'acide azotique au four électrique, en combinant l'oxygène et l'azote de l'air, à Notodden (Norvège). On l'unit à la chaux et l'on obtient du nitrate de chaux qu'on vend à l'agriculture. En combinant l'azote, dont je donne une fabrication continue, au carbure de calcium au rouge, on a la cyanamide, qui sert aussi comme engrais, et produit dans le sol du carbonate de chaux et de l'ammoniaque. Par insufflation d'azote sur un mélange de chaux et de charbon, sous l'influence de l'arc électrique, j'ai obtenu le cyanure de calcium qui, par double décomposition avec les carbonates alcalins, produit des cyanures purs et peut régénérer les vieux bains.

Le phosphore s'extrait à Francfort, dans un four électrique fermé à circulation de gaz d'éclairage, en y chauffant le phosphate de chaux mêlé de sable et de charbon. J'indique la préparation de l'acide phosphorique par l'électricité, et le moyen de reconnaître, dans un précipité de

phosphate ammoniaco-magnésien, l'acide arsénique, la silice, la baryte et la strontiane ou les autres impuretés qui peuvent s'y trouver.

L'arsénite de soude me donne un nouveau moyen, sur la dorure, de produire toutes les nuances si délicates de l'*Art nouveau*.

Le charbon de cornue ancien, dur, compact, aggloméré par des silicates à chaud, résiste dans presque tous les bains froids. Le nouveau contient de grands pores, résiste moins bien. Dans le commerce, on le pile, on l'agglutine avec du goudron, on le recuit. Même passé au four électrique, ce charbon se désagrège et donne toutes les déceptions qui ont obligé à recourir au platine, c'est-à-dire à un métal qui atteint 7500 fr le kg.

Je relate la fabrication peu encourageante du diamant, celle du carbure de calcium, d'où l'on tire l'acétylène, et une fabrication que j'ai faite du cyano-ferride. Je donne également le silicium et les siliciures, le bore et les borures.

Passons rapidement la fabrication du potassium et du sodium par l'électrolyse de leurs hydrates en fusion ignée, bien que j'aie fait des recherches pour la mettre à point; de la potasse et de la soude surtout par le procédé Kellner et l'amalgamation. Un peu d'oxyde mercurique y reste et peut être enlevé par le simple passage du courant ensuite. Pour le lithium, c'est le procédé Bunsen et Matthiessen.

Le baryum est produit par la méthode de Guntz. Des dispositions ingénieuses me permettent, du chlorure dissous, de retirer la baryte au moyen d'une cathode de mercure qui la produit par le bas, alors que la dissolution est portée à l'ébullition, où le chlore, insoluble à cette température, se dégage par le haut. Si j'agis avec une masse d'eau simplement chaude, où le chlore est encore soluble, et que j'opère par deux lames de platine à faible distance, je fais le chlorate de baryte. L'un comme l'autre se séparent par cristallisation en refroidissant.

Le strontium est connu et la strontiane se produit de même.

Dans les alcalino-terreux, le four électrique peut donner les carbures, sulfures, phosphures, cyanures. Le carbure produit dans l'eau l'oxyde hydraté et le gaz acétylène.

Le calcium, même chimiquement pur, a été produit par Moissan et figure dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* de 1898, t CXXVI, p. 1753. J'indique un moyen de produire la chaux, en sel double, avec fort courant, pour qu'elle se détache.

Le magnésium est connu; la magnésie s'extrait de même.

Il en est de même aussi de l'aluminium par la bauxite ou alumine naturelle, dissoute dans la cryolithe et le four Héroult. L'aluminothermie a donné un moyen de préparer tous les métaux qui suivent. Mais la bauxite n'est pas pure; en la traitant par l'acide sulfurique chaud, on écarte la silice. On forme l'alun, on fait cristalliser, puis par un courant de 1 ampère par décimètre carré de cathode, on enlève les dernières traces de silicium et de fer. On dépose ensuite, dans un bain tiède, l'alumine pure : on a en plus l'oxygène et l'hydrogène et l'on régénère l'acide sulfurique et le sulfate de potasse.

Le manganèse est obtenu par l'aluminothermie. Dans l'hydrate de potasse en fusion ignée, mis comme anode, il forme du manganate, que l'acide carbonique transforme en permanganate, avec un résidu de sesquioxyde de manganèse. Le bioxyde se forme sur l'anode dans l'électrolyse du sulfate.

Le chromite de fer ou minerai de chrome, chauffé au four électrique avec du charbon, donne le fer chromé; mis en anode dans une dissolution d'hydrate ou de carbonate de potasse, il fournit le chromate, puis le bichromate et du sesquioxyde de fer très pur, après un simple lavage. L'acide sulfureux, puis l'électrolyse, donnent l'oxyde de chrome. Cet oxyde de fer par l'aluminothermie et les différents oxydes métalliques, permet d'obtenir des fers et des aciers très purs.

Les métaux suivants : fer, nickel, cobalt et zinc, mis en anodes dans les acides, permettent de fabriquer les sels, l'hydrogène se dégageant jusqu'à la disparition de l'acide. Avec les sels alcalins, la potasse ou la soude précipitent l'oxyde du sel avant qu'il ait atteint la cathode, et l'on a l'oxyde.

C'est ainsi que, dans l'acide chlorhydrique étendu, on peut faire le chlorure ferreux dans une atmosphère d'hydrogène, exempt de chlorure ferrique. En substituant une anode de platine pour dégager le chlore, on le change en chlorure ferrique. De même, l'anode de nickel, dans une dissolution chaude d'acide sulfurique, donne le sulfate de nickel, et le cobalt opère de même dans une dissolution froide. Le zinc opère de même dans les acides faibles, qui l'attaquent à peine.

La fabrication du fer, par chauffage électrique, dans les hauts fourneaux, est connue et donne des produits excellents. J'ai revu toutes les formules de dépôt des métaux, comme pour le nickelage, et j'indique les conditions pour l'avoir adhérent, comme le cuivrage préalable du fer et

du zinc, et le chauffage des bains à 75°, pour que l'anode se dissolve et éviter l'acidité des bains. Les minerais de cobalt et de nickel, écrasés et calcinés, se dissolvent très bien ensuite, à l'état d'oxydes, dans l'acide chlorhydrique étendu. Un courant de 0,3 ampère fait déposer tout le cobalt ensuite sans nickel ou, si l'on préfère, une quantité dosée de potasse ou de soude, en laissant dégager le chlore dans le liquide, peroxyde tout le cobalt avant le nickel, qui reste en dissolution

L'acide chlorhydrique étendu forme le meilleur dissolvant de l'oxyde de zinc et le meilleur bain. Le sulfure peut être oxydé par le chlore électrolytique qui se dégage au pôle positif. Je donne le moyen, de la calamine et de la blende, avec un bain d'eau salée et une dynamo mue par les forces naturelles, et quelques substances communes, d'extraire le zinc et l'acide sulfurique purs, avec une dizaine de produits résiduaires : hypochlorites, chlorates, sulfate de soude, oxygène, hydrogène, soude, acide chlorhydrique, etc.

Le cadmium, employé dans les accumulateurs de secours des machines automobiles, peut être réduit dans un bain d'acide sulfurique concentré et récupéré.

D'une étude complète sur les piles, j'extrais ceci : le secret de la constance des piles est dans le maintien de leur acidité. En employant une pile de Bunsen, chargée comme dépolarisant, au lieu d'acide azotique, de 21 grammes de bichromate de soude pour les modèles ordinaires et 46 grammes d'acide sulfurique, j'en ai fait une pile presque constante, à grand débit.

Simplifions pour la fin. Le meilleur bain, pour produire l'oxyde stanneux avec anode d'étain, est la solution de sulfate de potasse; de chlorate de soude pour le plomb; de sulfate de potasse un peu tiède pour le cuivre; d'azotate d'ammoniaque pour le bismuth; d'azotate de potasse pour le mercure; de chlorure de magnésium mêlé de magnésie, qu'on reprend par l'acide azotique au dixième pour l'acide aurique; de chlorate de soude pour l'argent. Des moyens, tirés des actions secondaires, les transforment en suroxydes. Beaucoup de sels sont obtenus directement.

J'ai essayé tous les métaux et les acides. Le plomb et l'acide sulfurique ont une grande supériorité sur les rares combinaisons qui renvoient le courant et peuvent servir d'accumulateurs. D'une étude sur tous les bains et leurs propriétés, j'extrais les meilleures formules de cuivrage, de platinage, de dorure, d'argenture, etc.

Enfin, j'arrive à ce qui m'est propre presque en entier : ma méthode d'analyse. Pour les métalloïdes, soufre des sulfures, brome, iode, phosphore, arsenic, j'y parviens par des procédés mixtes.

Pour les métaux, au moyen d'une eau régale, je les transforme tous en chlorures. Seul, le chlorure d'argent est insoluble; repris par le cyanure de potassium avec anode inattaquable en iridium, il me donne l'argent.

Pour une densité de courant de 0,08 ampère par décimètre carré, j'ai ensuite l'or seul. S'il y a du mercure, on ne peut éviter le dépôt simultané. On chauffe et l'on dose le mercure par différence.

Le mercure, quand il n'y a pas d'or, se sépare des autres métaux pour 1 ampère par décimètre carré.

Le platine vient ensuite; excellent dépôt à 0,15 ampère; il est impossible de le séparer du cuivre; s'il y en a, tout précipiter par le zinc, puis dissoudre dans l'acide azotique, le platine reste. En faisant bouillir avec l'acide chlorydrique, on reforme les chlorures au besoin.

Le bismuth vient ensuite, toujours pur, à 0,15 ampère, dépôt rouge brun, devenant noir mat pour la moindre cause.

Puis le cuivre est toujours pur à 0,3 ampère.

A 0,4 ampère ensuite, le plomb, qui a eu le temps de se perchlorurer pour devenir soluble, est toujours bon.

Toute cette catégorie se dépose en liqueur acide, avec une force contre-électromotrice ascendante, qui fait tomber le courant à chaque changement de métal. J'ai donc inventé une balance, qu'on règle par un essai préalable pour la quantité de poids qu'un électro-aimant, actionné par le courant, lui permet de supporter : par exemple, 200 gr avec le chlorure d'or, 100 gr avec le chlorure de cuivre. On la sollicite par un poids moyen de 150 gr. Quand l'opération sera terminée pour le premier métal, elle trébuchera et enlèvera la lame du bain. On y trouvera tout l'or déposé sans cuivre, et, dans la solution, tout le cuivre encore dissous, sans que le réactif le plus sensible accuse la présence de l'or.

S'il y a de l'étain, de l'arsenic et de l'antimoine, on ne réussit pas dans ce genre d'analyse. Il faut donc les séparer par le sulfhydrate d'ammoniaque. L'arsenic peut être enlevé, à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien, en redissolvant et en y mêlant une suffisante provision d'acide tartrique. L'étain peut être séparé de l'antimoine par le fer et l'acide chlorhydrique.

S'il y a de l'or ou du platine, leurs sulfures suivraient les précédents et ils compliqueraient ces opérations. Pour ceux qui auraient cette chance inespérée, ils pourraient recourir aux moyens ordinaires de réduction, comme le sulfate de fer

pour l'or et la réduction de tout par le zinc, et la reprise par l'acide azotique qui laisserait le platine.

Tout ce qui pouvait altérer un dépôt de bioxyde de manganèse a disparu sans donner de peroxydes; il n'y en a jamais avec l'acide chlorhydrique. Mais, pour le déposer, il faut transformer le reste en sulfate, en faisant bouillir avec l'acide sulfurique. On aura tout le manganèse sur l'anode et le cadmium, s'il y en a, sur la cathode. Mais le fer le gêne. S'il y en a, neutraliser avec du carbonate de soude, puis par le carbonate de baryte en une nuit de macération, enlever les sesquioxydes de fer, de chrome et d'aluminium. On reprend par l'acide azotique au dixième, on enlève la baryte par l'acide sulfurique. Les trois oxydes, chauffés avec l'azotate de potasse et la potasse au creuset d'argent, isolent le fer; on redissout dans l'acide azotique et l'on traite par le carbonate d'ammoniaque : on a l'alumine; par l'acide sulfureux, puis l'ammoniaque, on a tout le chrome.

A 0,3 ampère, on a ensuite le cadmium; à 0,15, le zinc est toujours pur, mais en réduisant les peroxydes de nickel et de cobalt par l'ébullition en milieu acide; à 0,3 ampère, le cobalt; à 0,2 ampère, le nickel. Nous passons directement à la magnésie qui, en sel double, avec vase poreux ne contenant que du chlorure de sodium, réussit très bien à 0,6 ampère. Pour la chaux, il faut, dans les mêmes conditions de sel double et de vase poreux, pousser à 6 ampères. La strontiane et la baryte, dont on ne trouve pas trace dans les dépôts précédents, dans les mêmes conditions, se déposeront ensuite, en maintenant un dégagement d'acide carbonique pour les rendre insolubles. On les séparera ensuite par l'acide fluosilicique.

Nous sommes dès lors aux alcalis, pour lesquels l'électrolyse est désarmée.

Les difficultés que nous avons rencontrées avec certains produits, dans une analyse absolument générale, obligent de savoir d'abord ce qu'il y a. Aussi ai-je indiqué un moyen rapide de faire d'abord les reconnaissances, dans des minerais où il y a tout au plus deux ou trois métaux à doser, alors que la méthode indiquée n'a été compliquée que parce que nous y avons tout prévu.

Jules Séverin.

---

# La concession de la Compagnie Lorraine d'Electricité.

Le *Journal officiel* du 19 octobre dernier a publié le cahier des charges annexé à la convention du 1er juillet 1912 passée entre l'Etat et la Compagnie lorraine d'électricité pour la concession d'une distribution d'énergie électrique dans diverses communes des départements de Meurthe-et-Moselle et des Vosges.

Voici la liste des communes comprises dans cette concession :

I. Meurthe-et-Moselle.

| | Habitants. |
|---|---|
| Affracourt, canton d'Haroué, arr. de Nancy | 213 |
| Anthelupt, canton Nord, arr. de Lunéville | 377 |
| Art-sur-Moselle, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy | 619 |
| Azerailles, canton de Baccarat, arr. de Lunéville | 735 |
| Badonviller, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 1876 |
| *A reporter* | 3820 |
| *Report* | 3820 |
| Bainville-aux-Miroirs, canton d'Haroué, arr. de Nancy | 380 |
| Bainville-sur-Madon, canton Sud et arr. de Toul | 537 |
| Barbonville, canton de Bayon, arr. de Lunéville | 289 |
| Bertrichamps, canton de Baccarat, arr. de Lunéville | 1078 |
| Blainville-sur-l'Eau, canton de Bayon, arr. de Lunéville | 1567 |
| Bréménil, canton de Badonviller, arr. de Lunéville | 405 |
| Brémoncourt, canton de Bayon, arr. de Lunéville | 183 |
| Buissoncourt, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy | 257 |
| Burthecourt-aux-Chênes, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy | 172 |
| Charmois, canton de Bayon, arr. de | |
| *A reporter* | 8688 |

| | Habitants. |
|---|---|
| *Report.* . . . . | 8688 |
| Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 112 |
| Chenevières, canton Sud et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 348 |
| Clayeures, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 296 |
| Coyviller, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. . . . . . . . . | 126 |
| Crépey, canton de Colombey-ès-Belles, arr. de Toul. . . . . . . . . . . | 536 |
| Damelevières, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 618 |
| Deneuvre, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 820 |
| Domptail, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 73 |
| Einvaux, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 347 |
| Erbéviller, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. . . . . . . . | 80 |
| Fenneviller, canton de Badonviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 350 |
| Ferrières, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. . . . . . . . | 173 |
| Flainval, canton Nord et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . . . | 149 |
| Fléville, canton de Conflans, arrond. de Briey. . . . . . . . . . . . . | 346 |
| Flin, canton de Gerbéviller, arrond. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 550 |
| Fraimbois, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 399 |
| Frémonville, canton de Blamont, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 529 |
| Frolois, canton de Vézelise, arrond. de Nancy. . . . . . . . . . . . . | 652 |
| Froville, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 170 |
| Gélacourt, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 166 |
| Gellenoncourt, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. . . . . | 57 |
| Germonville, canton d'Haroué, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 138 |
| Glonville, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 571 |
| Goviller, canton de Vézelise, arrond. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 501 |
| Gripport, canton d'Haroué, arrond. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 532 |
| Haigneville, canton de Bayon, arr. de de Lunéville. . . . . . . . . . | 84 |
| Hammeville, canton de Vézelise, arr. de | |
| *A reporter.* . . . . | 17411 |

| | Habitants. |
|---|---|
| *Report.* . . . . | 17411 |
| Nancy. . . . . . . . . . . . | 145 |
| Haudonville, canton de Gerbéviller, arr. Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 127 |
| Haussonville, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 350 |
| Hériménil, canton Sud et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . . | 414 |
| Houdreville, canton de Vézelise, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 521 |
| Hudiviller, canton Nord et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 255 |
| Lachapelle, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 235 |
| Lamath, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 214 |
| Landécourt, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 144 |
| Laronxe, canton Sud et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 475 |
| Lenoncourt, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. . . . . . . | 364 |
| Lorey, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 206 |
| Maizières-lès-Toul, canton Sud et arr. de Toul. . . . . . . . . . . | 445 |
| Manoncourt - en - Vermois, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy. | 199 |
| Marthemont, canton de Vézelise, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 54 |
| Méhoncourt, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 258 |
| Méréville, canton Ouest et arrond. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 258 |
| Merviller, canton de Baccarat, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . | 601 |
| Moncel-sur-Seille, canton Sud et arr. de Nancy. . . . . . . . . . . | 709 |
| Mont-sur-Meurthe, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . | 466 |
| Ochey, canton Sud et arr. de Toul. . | 280 |
| Parey-Saint-Césaire, canton de Vézelise, arr. de Nancy. . . . . . . . . | 288 |
| Parux, canton de Cirey, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 281 |
| Petitmont, canton de Cirey, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 785 |
| Pexonne, canton de Badonviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 1074 |
| Quevilloncourt, canton de Vézelise, arr. de Nancy. . . . . . . . . . | 101 |
| Rehainviller, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . | 515 |
| *A reporter.* . . . . | 27175 |

| | Habitants. |
|---|---|
| *Report.* . . . . | 27175 |
| Réméréville, canton de Saint-Nicolas-du-Port, arr. de Nancy. . . . . . . . | 393 |
| Richardménil, canton de Saint-Nicolas-du-Port, arr. de Nancy. . . . . . | 322 |
| Romain, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 56 |
| Saffais, canton de Saint-Nicolas-du-Port, arr. de Nancy. . . . . . . | 114 |
| Saint-Clément, canton Sud et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 845 |
| Saint-Mard, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 109 |
| Selaincourt, canton de Colombey, arr. de Toul. . . . . . . . . . . . | 316 |
| Sornéville, canton Sud et arr. de Nancy. | 402 |
| Tantonville, canton d'Haroué, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . . . | 1006 |
| Thélod, canton de Vézelise, arr. de Nancy. | 317 |
| Thiaville, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 556 |
| Thuilley-aux-Groseilles, canton de Colombey, arr. de Toul. . . . . . . | 195 |
| Tonnoy, canton de Saint-Nicolas-du-Port, arr. de Nancy. . . . . . . | 489 |
| Vacqueville, canton de Baccarat, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 572 |
| Val et Châtillon, canton de Cirey, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 1766 |
| Vathiménil, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 348 |
| Velle-sur-Moselle, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . | 183 |
| Vézelise, ch.-lieu de canton de l'arr. de de Nancy. . . . . . . . . . . | 1315 |
| Vigneulles, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . | 214 |
| Villacourt, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . | 651 |
| Ville-en-Vermois, canton de Saint Nicolas du-Port, arr. de Nancy. . . . | 316 |
| Virecourt, canton de Bayon, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . | 329 |
| Viterne, canton de Vézelise, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . . | 751 |
| Vitremont, canton Nord et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . . . . . | 282 |
| Vitrey, canton de Vézelise, arr. de Nancy. | 316 |
| Xermaménil, canton de Gerbéviller, arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 318 |
| Xirocourt, canton d'Haroué, arr. de Nancy. . . . . . . . . . . . . | 614 |
| Population totale. . | 40270 |

II. Vosges.

| | Habitants. |
|---|---|
| Arches, canton et arr. d'Epinal. . . . | 1566 |
| Archettes, canton et arr. d'Epinal. . . | 808 |
| Anould, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . . | 3320 |
| Avillers, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . | 252 |
| Biffontaine, canton de Bouvelieures, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 595 |
| Bru, canton de Rambervillers, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . . . | 642 |
| Brantigny, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 144 |
| Bouxurulles, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . | 338 |
| Beulay (le), canton de Provenchères, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . | 137 |
| Bertrimoutiers, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . | 282 |
| Ban-sur-Meurthe, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . | 1107 |
| Chamagne, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . | 511 |
| Châtel-sur-Moselle, ch.-lieu de canton, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 1477 |
| Chavelot, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 1112 |
| Cheniménil, canton de Bruyères, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . . . | 632 |
| Combrimont, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . . | 251 |
| Clefcy, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . . | 496 |
| Dogneville, canton et arr. d'Epinal. . . | 845 |
| Docelles, canton de Bruyères, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . . . | 898 |
| Deycimont, canton de Bruyères, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . | 310 |
| Deyvilliers, canton et arr. d'Epinal. . | 545 |
| Essegney, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . | 511 |
| Etival, canton de Raon-l'Etape, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 2790 |
| Fays, canton de Bruyères, arr. d'Epinal. | 276 |
| Frapelle, canton et arr. de Saint-Dié. . | 207 |
| Girmont, canton de Châtel-sur-Moselle. arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 638 |
| Grandvillers, canton de Bruyères, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . | 1068 |
| Igney, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 1176 |
| Jarménil, canton et arr. de Remiremont. | 466 |
| Jeuxey, canton et arr. d'Epinal. . . . | 477 |
| *A reporter.* . . . . | 23877 |

| | Habitants. |
|---|---|
| *Report.* . . . . | 23877 |
| Langley, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . | 82 |
| Le Roulier, canton de Bruyères, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . | 173 |
| Lépanges, canton de Bruyères, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . . . | 1655 |
| Laval, canton de Bruyères, arr. d'Épinal. | 430 |
| Laveline-devant-Bruyères, canton de Bruyères, arr. d'Épinal. . . . . . | 288 |
| La Chapelle-devant-Bruyères, canton de Corcieux, arr. de Saint-Dié. . . . | 887 |
| Les Poulières, canton de Brouvelieures, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . | 288 |
| La Houssière, canton de Corcieux, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . | 926 |
| La Bafle, canton et arr. d'Épinal. . . | 441 |
| Les Voivres, canton de Bains, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . . . | 576 |
| La Petite Raon, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . | 1581 |
| Le Mont, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 196 |
| Le Saulcy, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 1046 |
| Lesseux, canton et arr. de Saint-Dié. . | 161 |
| La Croix-aux-Mines, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . | 1464 |
| Moriville, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . | 740 |
| Moyemont, canton de Rambervillers, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . | 357 |
| Mazirot, canton et arr. de Mirecourt. . | 245 |
| Mattainconrt, canton et arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . . | 894 |
| Moussey, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 1902 |
| Nomexy, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . | 2105 |
| Neuvillers-sur-Fave, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 265 |
| Paire et Grandrupt (le), canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . | 312 |
| Portieux, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 2956 |
| Pouxeux, canton et arr. de Remiremont. | 1707 |
| Prey, canton de Bruyères, arr. d'Épinal. | 113 |
| Poussay, canton et arr. de Mirecourt. . | 536 |
| Provenchères-sur-Fave, ch.-lieu de canton, arr. de Saint-Dié. . . . . . | 791 |
| Plainfaing, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 5315 |
| *A reporter.* . . . . | 52409 |

| | Habitants. |
|---|---|
| *Report.* . . . . | 52409 |
| Rehaincourt, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Épinal. . . . . . . . | 408 |
| Romont, canton de Rambervillers, arr. d'Épinal. . . . . . . . . . . . | 433 |
| Rugney, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 184 |
| Rémomeix, canton et arr. de Saint-Dié. | 227 |
| Raves, canton et arr. de Saint-Dié. . . | 235 |
| Saint-Laurent, canton et arr. d'Épinal. | 2838 |
| Saint-Léonard, canton de Fraize, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 1298 |
| Saulcy-sur-Meurthe, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 1656 |
| Sainte-Marguerite, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . | 615 |
| Saint-Michel-sur-Meurthe, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 1348 |
| Saint-Genest, canton de Rambervillers, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . | 232 |
| Saint-Gorgon, canton de Rambervillers, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 124 |
| Saint-Benoît, canton de Rambervillers, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 669 |
| Sainte-Barbe, canton de Rambervillers, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . | 583 |
| Saint-Rémy, canton de Raon-l'Etape, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . | 506 |
| Socourt, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 307 |
| Ubexy, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 255 |
| Vincey, canton de Charmes, arr. de Mirecourt. . . . . . . . . . . . | 1517 |
| Vaxoncourt, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Epinal. . . . . . . . | 424 |
| Vienville, canton de Corcieux, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 215 |
| Villers, canton et arr. de Mirecourt. . | 181 |
| Vieux-Moulin, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . | 426 |
| | 67990 |

Le service concédé à la Compagnie lorraine d'électricité comprend :

| | | |
|---|---|---|
| 94 localités dans Meurthe-et-Moselle avec une population de | 40270 | habitants |
| 81 localités dans les Vosges avec une population de | 67990 | — |
| Total. . . . | 108260 | — |

*(A suivre).*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPAREILLAGE

### Avantages que comporte l'emploi du fil nu d'aluminium dans les électro-aimants.

D'une étude de M. H.-F. Stratton sur l'emploi de l'aluminium dans les électro-aimants, que publie l'*Electrical World*, nous détachons les détails ci-après :

Quand on remplace les enroulements en fil de cuivre par du fil nu d'aluminium, la diminution de la conductibilité dans la proportion de 38 0/0 et l'augmentation de l'encombrement se trouvent en partie compensées par l'action isolante de la couche d'oxyde et par la sensibilité moindre de cette couche à l'influence de la température, de l'humidité et des acides. Entre les différentes couches de fil, on doit disposer une matière isolante, par exemple du papier d'amiante, dont l'épaisseur représente environ 10 0/0 du diamètre du fil. Si l'on compare le fil de cuivre revêtu d'un isolement en coton ou fil nu d'aluminium, on constate, pour tous les diamètres inférieurs à 0,3 mm s'il s'agit d'un fil rond et inférieurs à 0,5 mm s'il s'agit d'un fil carré, une meilleure utilisation de l'espace en ce qui concerne l'aluminium. De plus, il ne faut point perdre de vue que la température extrême admissible ne peut dépasser, pour le fil de cuivre isolé, 100° C, tandis que la même température peut atteindre, avec l'aluminium, 300° C.

Une comparaison des frais, dans le cas où la bobine en cuivre et la bobine en aluminium doivent présenter la même conductance, laisse apparaître que l'économie, si on emploie du fil rond en aluminium, est de 26 à 40 0/0 et que, si on emploie du fil carré en aluminium ayant des sections transversales de moins de 1,5 mm$^2$, la même économie est de 20 à 25 0/0. Toutefois, en déterminant ces derniers chiffres, on n'a pas tenu compte des frais plus élevés de manipulation que comporte le rattachement, entre eux, des fils d'aluminium. On peut accélérer la formation de la couche d'oxyde protectrice, sur le fil d'aluminium, en exposant ce fil à l'humidité et à l'échauffement ou mieux encore en le plongeant dans une lessive de soude diluée.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Commande électrique des machines à coudre à Strasbourg.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Zeitschrift* les quelques détails ci-après sur le système de vente, que l'on applique aujourd'hui à Strasbourg et que signale M. R. Heumann, du courant électrique destiné à la commande des machines à coudre. Pour la fourniture et l'installation d'un moteur triphasé de 1/16 ch, affecté au fonctionnement des machines à coudre, l'abonné verse à la station centrale une redevance mensuelle de 2,40 à 3 fr; au bout de cinq ans, il devient propriétaire du moteur et de la canalisation. Le courant est payé, d'après les indications d'un compteur, à raison de 0,23 fr le kilowatt-heure. La location du compteur revient à 0,30 fr par mois. L'installateur qui recrute l'abonné touche immédiatement la somme que doit encaisser la station centrale dans l'espace de cinq ans, déduction faite de l'intérêt et des dépenses accessoires. Toutes les redevances sont payables immédiatement en cas de non utilisation de l'installation. Le moteur peut être restitué contre versement d'une indemnité. Au cas de non paiement des redevances, la fourniture du courant est supprimée. La couturière ne peut pas consommer plus de 0,12 fr de courant par jour, en sorte que 100 moteurs installés donnent un rendement maximum annuel de 3600 fr, alors que les frais d'installation correspondant à ces 100 moteurs s'élèvent à 14 000 fr.

Grâce à l'actionnement électrique, la couturière accomplit un tiers plus rapidement la même besogne que par le passé; en outre, son travail est plus régulier. Le moteur peut être disposé sur la table de la machine ou en dessous. Avec le dispositif de réglage fourni par la fabrique de machines à coudre Pfaff, de Kaiserslautern, une pédale permet de tendre la courroie et de ralentir ainsi la marche du moteur. Le réglage s'opère donc au moyen du pied. Un frein relié au volant accélère l'arrêt. On peut employer un autre dispositif, que fournit la société « Allgemeine Elektrizität », pour tendre la courroie. — G.

## ÉCLAIRAGE

### L'emploi des lampes à incandescence aux Etats-Unis.

Le dernier rapport de l'association américaine *National Electric Light* contient des données intéressantes sur l'utilisation des lampes à incandescence aux Etats-Unis. On évalue à 89 millions le nombre actuel de ces lampes en activité, avec un accroissement de la consommation qui a été de 33 0/0 en 1907, 20 0/0 en 1909, 12,4 0/0 en 1910, et 8,5 0/0 en 1911. La lampe à filament de charbon a perdu de son importance et elle tend à disparaître devant la lampe à filament métallisé

et la lampe à filament entièrement métallique. C'est ce que montre le tableau ci-après, lequel indique les ventes au public depuis 1907 :

| | 1907 % | 1909 % | 1911 % |
|---|---|---|---|
| Lampes à filament de charbon ordinaire. . . . . . | 93,3 | 69 | 52,9 |
| Lampes à filament de charbon métallisé. . . . . . | 5,9 | 15,1 | 19,0 |
| Lampes au tantale . . . . | 0,7 | 2,1 | 2,7 |
| Lampes au tungstène . . . | 0,1 | 13,8 | 25,4 |
| Ensemble. . . . . | 100 | 100 | 100 |

G.

## ÉLECTROCHIMIE

### Fabrication d'acide azotique avec le gaz de fours à coke.

Nous empruntons au *Times Engineering Supplement* l'information suivante sur des essais actuellement pratiqués en Allemagne pour obtenir, au moyen du gaz de fours à coke, de l'acide azotique et des nitrates :

Une installation à cet effet se construit actuellement au charbonnage de Wendel, près Hamm (Westphalie). Le procédé qu'on doit employer a été fixé, à la suite d'expériences exécutées récemment par M. le professeur Häusser, à la Maschinen-Fabrik d'Augsbourg-Nüremberg. Il est basé sur l'oxydation de l'azote, provoquée par la combustion, en vase clos, d'un mélange formé d'air et de gaz de four à coke ou de gaz d'éclairage. On sait depuis longtemps que, dans de pareilles conditions, il se forme de l'oxyde d'azote; mais le rendement le plus élevé ainsi réalisable semblait trop faible pour permettre l'obtention économique, de pareille manière, de produits azotés. Or, les expériences de M. Häusser ont établi que, quand on emploie un vaste récipient pour l'explosion et que le mélange de gaz est soudainement refroidi, on obtient un rendement plus que double de la quantité indiquée par la théorie. L'inventeur attribue un résultat aussi avantageux à quelque effet photochimique provoqué par l'éclat de la flamme d'explosion.

D'après des détails publiés par M. Dobbelstein, d'Essen, la première machine utilisée par M. Häusser, dans ses essais, consistait en une bombe à explosion, à l'intérieur de laquelle le mélange explosif était comprimé, puis allumé; le même compresseur qui avait comprimé le gaz servait ensuite à fournir la quantité convenable d'air atmosphérique. Ce dispositif n'ayant pas donné de résultats satisfaisants, M. Häusser aménagea une seconde installation plus grande que la première et comprenant des compresseurs séparés pour le gaz et pour l'air atmosphérique. Il utilisa une étuve destinée à échauffer préalablement l'air comprimé, étant donné qu'on avait constaté que le rendement en oxyde d'azote dépend, à la fois, de l'élévation de la température, de l'explosion et de l'intensité de la pression. Un autre moyen d'accroître le rendement consista dans l'addition d'une certaine quantité d'oxygène au mélange des gaz, ce que l'on obtient grâce à l'effet aspirateur du compresseur d'air. La bombe d'explosion était un cylindre de 100 litres de capacité, formé d'acier fondu et ayant ses extrémités arrondies. Ce cylindre était muni d'un réfrigérant hydraulique qui contournait la soupape d'échappement disposée à une extrémité, alors que l'autre extrémité portait de simples soupapes à disque admettant le gaz et l'air. L'allumage s'obtenait au moyen d'une magnéto Bosch. Au sortir de la bombe, les gaz de la combustion étaient conduits à travers un refroidisseur, jusqu'à une tour d'oxydation d'où ils s'échappaient au dehors sous l'aspect de vapeurs brunes.

Comme on ne disposait pas de gaz de fours à coke, on fit les expériences avec du gaz pauvre emprunté à la ville, lequel développait 4330 calories. Ce dernier gaz avait une composition semblable à celle du gaz de fours à coke et contenait 44 0/0 d'hydrogène, 26 0/0 de carbures d'hydrogène légers, 4 0/0 de carbures d'hydrogène lourds, 14 0/0 d'oxyde de carbone, 3 0/0 d'anhydride carbonique, 8 0/0 d'azote et 1 0/0 d'oxygène. On constata que, à mesure que la pression du gaz était augmentée de 1 à presque 5 atmosphères, le rendement en acide azotique, par mètre cube de gaz, s'accroissait depuis environ 40 gr jusqu'à 120 gr. Avec de l'air échauffé au préalable jusqu'à 250-300° C, le rendement d'acide azotique par mètre cube de gaz se trouvait augmenté d'à peu près 25 gr et quand on ajoutait environ 33 0/0 d'oxygène sans échauffement préalable, le rendement variait de 110 gr à la pression de 2 kg par centimètre carré à 175 gr à la pression la plus élevée : toutes les courbes de rendement étaient à peu près parallèles. Les dispositifs adoptés n'étaient pas assez perfectionnés pour permettre d'effectuer simultanément l'échauffement préalable de l'air et l'addition de l'oxygène; aussi ne put-on déterminer l'effet produit par ces deux moyens d'accroissement du rendement; mais si on additionne les deux rendements, il semble qu'avec une pression de 5 kg : cm², un échauffement préalable de 250-300° C et un apport de 33 0/0 d'oxygène, on pourrait obtenir environ 205 gr d'acide azotique par mètre cube de gaz. On suppose, en outre, qu'en appliquant ces deux moyens de perfectionnement on peut, non seulement additionner les rendements, mais que l'accroissement sera encore sensiblement plus rapide, en raison de ce fait que le rendement est une fonction exponentielle de la température d'explosion. Avec une température d'explosion d'environ 1900° C, on peut prévoir un rendement de 210 gr, tandis que des tempéra-

tures jusqu'à 2000° C peuvent être escomptées si on porte l'échauffement préalable jusqu'à environ 400° C et si on utilise, avec l'addition d'oxygène, une pression initiale de 5 kg : cm².

L'installation que l'on construit actuellement au charbonnage De Wendel est destinée à remplir les conditions ci-dessus et à traiter 5000 ou 6000 m³ de gaz par 24 heures. On doit, en outre, aménager une machine Linde ou Hildebrandt qui donnera de l'oxygène à bon compte. Le matériel de compression consiste en trois compresseurs différents ayant des dimensions telles qu'un volume de gaz et six volumes d'air, avec un tiers d'oxygène, puissent être comprimés simultanément à 5 kg : cm². Les gaz comprimés passent au travers de récipients égalisateurs se rendant à deux bombes à explosion, dont les soupapes ont des ouvertures correspondantes à la proportion du mélange que l'on veut obtenir. Immédiatement derrière les échappement des bombes sont disposées des chauffeurs préalables de l'eau d'alimentation qui ont pour objet d'assurer le rapide refroidissement des gaz d'échappement, refroidissement nécessaire pour empêcher la dissociation de l'oxyde d'azote venant de se former. Les gaz alors refroidis à 700 ou 800° C, sont à ce moment conduits dans le tube de fumée d'une chaudière dans lequel on a disposé des bobines échauffant l'air ambiant, en sorte que leur chaleur s'emploie aussi bien à échauffer au préalable l'air affecté à la combustion qu'à produire de la vapeur. Enfin, les mêmes gaz traversent une tour d'oxydation, un système de tours d'absorption et une installation concentrant l'acide.

On ne saurait supposer que cette installation puisse donner de gros bénéfices.

On estime que. pour un service normal, il faut disposer d'un volume de gaz s'élevant à environ 50 000 m³ par 24 heures. M. Dobbelstein pense que, avec une pareille quantité de gaz, on aurait une production annuelle de 3500 tonnes d'acide sur la base de 200 gr par mètre cube de gaz avec une addition de 33 0/0 d'oxygène et que l'outillage convenable devrait comprendre : trois compresseurs d'air, chacun ayant une capacité d'aspiration de 7000 m³ à l'heure; trois compresseurs à gaz, chacun pour 1000 m³ à l'heure; trois compresseurs à oxygène pour 350 m³ à l'heure; il pense également qu'il faudrait avoir, comme réserve, un compresseur de chaque espèce. M. Dobbelstein évalue les frais comme il suit : 200 000 fr pour l'énergie, y compris la main-d'œuvre, les réparations, l'amortissement et l'intérêt sur l'installation des chaudières; 22 500 fr pour l'huile, les déchets de coton et l'éclairage; 196 250 fr pour l'oxygène (80-90 0/0), à 0,03 fr. le mètre cube; 218 750 fr pour la concentration de 3500 tonnes d'acide; 293 750 fr pour la main d'œuvre, les réparations, les frais généraux et l'amortissement en ce qui concerne l'installation génératrice d'acide azotique — soit un total de 931 250 fr. D'autre part, en admettant que 94 0/0 de l'acide soient vendus à raison de 475 fr la tonne (le prix de vente a dépassé 625 fr la tonne dans ces derniers temps), la recette annuelle serait de 1 662 500 fr, ce qui représente un bénéfice brut de 731 250 fr ou de 4,12 centimes par mètre cube de gaz de fours à coke. Comme toujours, suivant M. Dobbelstein, ce dernier gaz, quand on l'utilise pour chauffer les chaudières, représente une valeur de 0,87 fr au plus par mètre cube; le bénéfice net, si on l'affecte à la fabrication d'acide azotique, serait d'environ 568 750 fr — ce qui représente une somme suffisante pour payer un dividende d'environ 30 0/0 sur un capital total de 1 875 000 fr.

On pourrait encore utiliser l'acide azotique pour fabriquer du nitrate de chaux. Mais ici, les conditions sont un peu moins favorables, car le prix de ce nitrate est seulement de 363 fr la tonne, ce qui produirait une somme de 1 207 500 fr. La chaux elle-même reviendrait à 675 000 fr et le bénéfice total serait de 532 500 fr, soit de 3 centimes par mètre cube de gaz. — G.

# Bibliographie

**Die Wissenschaft. Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien. Heft 43. Die Telephonie ohne Draht** (La science. *Recueil de monographies des sciences physiques et mathématiques. Volume XLIII. La téléphonie sans fil*), par le Dr K. Markau. Un volume format 210 × 135 mm de x-126 pages, avec 103 figures. Prix, broché : 4,5 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1912).

Cet ouvrage est exclusivement consacré à une question sur laquelle on n'a publié, jusqu'ici, que de rares informations disséminées dans les traités de radio télégraphie où elles ont trouvé une toute petite place Aussi l'étude de M. Markau sera-t-elle accueillie avec d'autant plus de faveur qu'il existe déjà toute une série de systèmes de téléphonie sans fil, notamment ceux de la société allemande de radiotélégraphie (Telefunken) de Poulsen, de Majorana, de Fessenden, de De Forest, de Colin et Jeance, de Goldschmidt qui ont tous, à leur actif, des résultats appréciables. En présence de pareils résultats, il est opportun d'envisager, dans leur ensemble, les progrès déjà réalisés et d'étudier les méthodes à cet effet appliquées.

Dans son traité, dont nous indiquons ci-après les grandes divisions, l'auteur a jugé utile de donner l'historique des recherches qui ont conduit à l'obtention des communications radiotéléphoniques, car ces recherches ont suivi des voies qui, quoique depuis longtemps explorées, ne laissent pas d'offrir encore de nombreuses indications intéressantes.

M. Markau a partagé son ouvrage en trois grands chapitres portant les titres suivants : I. La téléphonie sans fil au moyen de lignes de courant et d'induction; II. La téléphonie sans fil au moyen d'ondes électromagnétiques (au moyen d'ondes lumineuses et caloriques — au moyen d'ondes hertziennes); III. Appareils auxiliaires les plus importants (condensateurs — dispositifs d'inductance et de couplage — détecteurs — essais de Kiebitz avec des antennes terrestres).

---

**Le gaz pauvre est-il réellement avantageux?** par l'Institut scientifique et industriel. Un volume format 24 × 16 cm, de 80 pages, avec figures. Prix : 2,75 fr. (Paris, librairie du *Mois scientifique*.)

Le gaz pauvre est entré, depuis une vingtaine d'années déjà, dans la pratique industrielle, mais on est quelquefois amené à se demander s'il est plus avantageux, pour la production de la force motrice, que la vapeur, en entendant parler de certains ennuis auxquels il a donné lieu.

En effet, à cette question, on ne peut répondre simplement par oui ou non. Le gaz pauvre a des avantages certains sur la vapeur, mais il entraîne quelques sujétions particulières qui n'ont pas toujours été observées, ce qui a été la cause d'appréciations mal fondées. Si le rendement du groupe moteur-gazogène est beaucoup plus élevé que celui du groupe chaudière-machine à vapeur, pour les faibles et les moyennes puissances, la différence de rendement diminue beaucoup pour les fortes puissances, et l'on ne peut affirmer qu'il y ait toujours avantage certain, pour les grandes centrales électriques, par exemple, à employer des moteurs à gaz pauvre.

Il est donc très intéressant, surtout pour les moyennes puissances, de comparer attentivement le moteur à gaz pauvre et la machine à vapeur, et de pousser cette comparaison méthodiquement sur tous les points par lesquels ces deux machines diffèrent. C'est cette comparaison qui fait l'objet principal de la monographie publiée par l'Institut scientifique et industriel, dans la seconde édition, entièrement remaniée et mise à jour, d'un ouvrage dont le tirage avait été rapidement épuisé.

Cet ouvrage compare le gaz pauvre et la vapeur aux points de vue suivants :

1° Différence dans les phénomènes de la combustion; 2° rendements thermiques comparés; 3° puissance et régularité de fonctionnement du moteur à gaz pauvre; 4° économie de combustible; 5° main-d'œuvre; 6° encombrement; 7° graissage; 8° consommation d'eau; 9° souplesse; 10° dépense d'installation.

Il étudie ensuite les sujétions propres au gaz pauvre :

1° Nécessité d'un combustible de choix; 2° épuration des gaz; 3° nécessité d'un gazomètre dans les installations importantes; 4° empoisonnement par le gaz pauvre.

Après quelques indications sur les applications du gaz pauvre au chauffage, l'ouvrage décrit enfin en détail une installation modèle au gaz pauvre, en insistant sur le rôle de certains organes, les vaporisateurs et les appareils d'épuration notamment.

Ayant un but exclusivement pratique, comme toutes celles de la Bibliothèque du M. S. I., cette monographie ne contient qu'une partie théorique extrêmement limitée, mais elle donne des éléments de comparaison nombreux et précis, qui sont de nature à guider utilement l'industriel et l'ingénieur.

---

**Canalisations d'éclairage,** *réglementation et jurisprudence relatives à l'occupation de la voie publique par des entreprises d'éclairage concurrentes,* par A. Remaury, docteur en droit, avocat à la Cour d'appel de Toulouse. 1 volume, format 22 × 14 cm de 210 pages. Prix : 6 francs. (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs.)

Des conflits incessants se produisent journellement entre des Compagnies gazières et des Sociétés d'électricité. Les premières paraissaient, au jour de leur naissance, devoir jouir seules de la voie publique par la supériorité de leur éclairage à l'égard du réverbère ou du modeste quinquet. Mais, par suite des progrès de la science, elles ont été bien vite concurrencées par des inventions nouvelles, et la lumière électrique est venue, non sans succès, prendre place à côté de l'éclairage du gaz.

Dans quelle limite cette concurrence peut-elle s'établir? C'est le problème autour duquel la jurisprudence évolue depuis longtemps, avec des décisions souvent contradictoires en apparence.

Mais celles-ci s'expliquent bien vite, soit par des divergences d'espèces, soit par une évolution lente et raisonnée de la jurisprudence vers des principes de droit nouveaux, mieux adaptés aux conceptions modernes.

Suivre cette évolution de la jurisprudence à la lumière des arrêts du Conseil d'Etat, en dégager le principe, et fixer aujourd'hui la solution à peu près définitive qui s'en dégage, tel est le but de cette étude.

La loi de 1906 répond de façon un peu imparfaite aux efforts combinés du gouvernement et de la jurisprudence administrative dans le but d'éviter les moyens de concurrence. M. Remaury parcourt cette triple influence : gouvernementale, jurisprudentielle et législative autour des questions d'éclairage, pour mieux détacher les règles définitives qui dirigent à l'heure actuelle la concurrence entre entrepreneurs d'éclairage.

Mais pour mieux diriger cette étude, il importe de rechercher en vertu de quel titre une Compagnie d'éclairage aura le droit de placer ses canalisations sur la voie publique. Ce droit sera-t-il exclusivement réservé au profit de quelque bénéficiaire privilégié ou, au contraire, devra-t-il être accordé à tous ceux qui le sollicitent? La réponse à cette question se trouve dans l'étude des divers modes d'occupations du domaine public, la permission de voirie et la concession.

---

**Der Elektrizitætszæhler. Seine Wirkungsweise, Konstruktion und praktische Handhabung** (*Le compteur électrique. Son mode de fonctionnement, sa construction et sa manipulation pratique*), par R. Ziegenberg. Un volume format 210 × 130 mm de VIII-363 pages, avec 213 figures. Prix, relié : 10 mark. (Berlin, Hermann Meusser, éditeur, 1912.)

L'ouvrage ci-dessus, malgré ses développements, n'a nullement la prétention d'épuiser la si complexe question des compteurs électriques. Il est particulièrement destiné, en première ligne, à l'étudiant et ensuite à l'ingénieur praticien, au directeur de station centrale et au technicien qui n'a ni le temps ni le désir d'aborder les hautes questions théoriques. Par suite, l'ouvrage en question n'expose que les principes essentiels, s'appliquant à indiquer les points de vue auxquels il convient de s'arrêter dans la construction pratique des compteurs usuels, ainsi qu'à exposer, sous une forme simple et facilement intelligible, le fonctionnement de ces appareils. L'auteur n'a étudié à peu près que les constructions allemandes et il s'est abstenu de toute indication historique.

M. Ziegenberg se propose d'ailleurs de publier à bref délai (probablement en 1913), sur la même question, un traité beaucoup plus étendu dans la rédaction duquel il mettra à profit les matériaux considérables qu'il a pu recueillir sur les compteurs et où il étudiera, avec les développements scientifiques convenables, non seulement la partie historique, mais encore les constructions étrangères, ainsi que tous les appareils auxiliaires du compteur électrique.

Pour en revenir à l'ouvrage ci-dessus, qui pourra être lu avec fruit par les techniciens ne s'occupant pas spécialement d'électricité, tels que ingénieurs mécaniciens, architectes, et même par les juristes et administrateurs que leurs obligations professionnelles amènent à s'occuper de la mesure du travail électrique et d compteur, nous donnerons, en terminant, les titres principaux de sa table des matières. Ces titres sont les suivants :

A. Introduction; B. Le courant électrique et sa mesure; C. Compteurs électriques : leur classement et leur montage; D. Les systèmes actuels de compteurs les plus importants (compteur électrolytique, compteur à pendule Aron, compteur-moteur, constructions spéciales); E. Les différents tarifs de vente du courant et leurs compteurs; F. Construction, étalonnage et vérification ultérieure des compteurs étalonnés; G. Prescriptions légales et points de vue généraux; H. Le compteur électrique dans la pratique.

# Nouvelles

## Réseaux de tramways départementaux du Calvados.

Le Conseil général vient de voter un emprunt de 8 millions pour la construction des lignes de tramways suivantes :

Lisieux (16 239 hab.) à Ticheville (Orne) (385 hab.).

Potigny (223 hab.) à Mézidon (1265 hab.).

Vire (6353 hab.) à Tessy-sur-Vire (Manche) (1314 hab.).

Trouville (6401 hab.) à Honfleur (9451 hab.).

Condé-sur-Noireau (6247 hab.) à Villers-Bocage (1073 hab.).

Condé-sur-Noireau (6247 hab.) à Vassy (2142 hab.).

Mézidon (1265 hab.) à Pont-l'Evêque (2983 hab.) avec embranchement sur Dozulé (879 hab.).

Saint-Laurent-sur-Mer (254 hab.) à Port-en-Bessin (1443 hab.).

*
* *

## Conférences de la « Technique moderne » (1912-1913)

**Qui auront lieu (excepté la Visite-Conférence du 7 novembre 1912) Grande salle de l'Hôtel des Sociétés savantes, 8, rue Danton, à 9 heures du soir.**

Jeudi 7 novembre 1912 (à 9 heures du matin, sous le péristyle du Grand-Palais des Champs-Élysées, avenue Nicolas II), *Visite-Conférence à l'Exposition internationale de locomotion aérienne : « État actuel de l'aéronautique ».*

Conférences par M. Lucien Marchis, professeur d'aviation à la Faculté des sciences de l'Université de Paris, et M. Léon Letombe, professeur du cours de machines thermiques à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Jeudi 12 décembre 1912, *Les alliages du cuivre; leurs récents progrès,* par M. Léon Guillet, professeur de métallurgie au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Mercredi 8 janvier 1913, *Essais comparés des machines à vapeur et des moteurs à gaz,* par M. Léon Letombe, professeur du cours de machines thermiques à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Mercredi 12 février 1913, *Les turbines à vapeur modernes,* par M. C. Monteil, professeur de mécanique appliquée à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Mercredi 12 mars 1913, *Les appareils de sécurité dans les chemins de fer,* par M. Albert Moutier, ingénieur, chef des services techniques de l'exploitation de la Compagnie du chemin de fer du Nord, professeur du cours de chemins de fer à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Mercredi 9 avril 1913, *Les tendances les plus récentes de la construction navale,* par M. Max Bahon, ingénieur en chef de la marine, de la section technique des constructions navales, professeur du cours de construction du navire à l'École d'application du Génie maritime.

La plupart de ces Conférences seront agrémentées de *projections.*

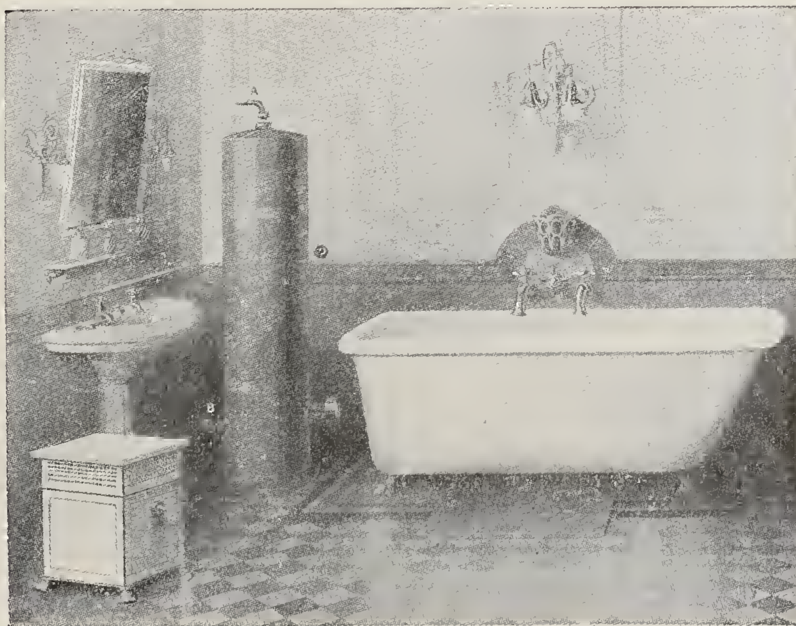
*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Appareils électriques pour le chauffage de l'eau.

Avoir toujours de l'eau chaude à sa disposition, et cela avec une dépense proportionnelle exactement à la consommation, est un problème que l'électricité permet actuellement de réaliser facilement et économiquement pour nombre d'applications domestiques telles que chauffe-bains, cabinets de toilettes, cuisines, etc.

Les appareils qui vont être décrits sont également utilisables pour des applications industrielles: hôpitaux, hôtels, usines, etc., car ils ne diffèrent des appareils domestiques que par leur forme et leurs dimensions, leur fonctionnement étant identique. Il convient de faire remarquer à ce sujet que plus l'installation est importante, plus elle doit être économique en ce qui concerne la dépense d'énergie électrique.


Fig. 152.

Pour élever d'un certain nombre de degrés la température d'une quantité d'eau déterminée, il faut lui fournir une quantité de chaleur égale à une calorie-kilogramme-degré par degré-centigrade et par litre d'eau.

Si l'on veut, par exemple, chauffer l'eau nécessaire pour un bain, soit 180 litres d'eau, pris à la température initiale de 10° et qu'il faut porter à la température de 37°, il faudra lui fournir

$$180 \times (37^{\circ} - 10^{\circ}) = 4860 \text{ calories.}$$

Or une calorie correspond à 4169 joules, ce qui donne

$$4860 \times 4169 = 20\,261\,340 \text{ joules.}$$

Cette dépense d'énergie électrique convertie en watts-heure, sachant que 1 watt-heure représente 3600 joules, sera

$$\frac{20\,261\,340}{3600} = 5628 \text{ watts-heure.}$$

Tenant compte du rendement de l'appareil que l'on peut évaluer à 96 0/0, il faut ajouter 225 watts heure pour les pertes, soit au total 5853 watts-heure, ce qui, avec une distribution à 110 volts, exige un courant de 53 ampères environ.

Il est facile de comprendre que de pareilles intensités de courant sont pratiquement irréalisables à cause d'abord du prix des canalisations à forte section qu'elles exigent et, aussi, par suite des perturbations que ce régime apporterait à la distribution du courant fourni par une usine génératrice à cause des variations de charge intermittentes.

Dans ces conditions, il convient d'avoir recours à des appareils n'échauffant l'eau que lentement, autrement dit ne nécessitant qu'une intensité de courant compatible avec les exigences de la distribution d'énergie électrique. C'est cette condition qui est réalisée dans les appareils Electrydra, destinés au chauffage de l'eau, qui sont des appareils à accumulation de chaleur.

Comme dans les appareils Electrydra servant au chauffage des appartements et qui ont été déjà décrits dans cette Revue (1), les éléments chauffants sont constitués par des résistances métalliques, mises complètement à l'abri de l'air, étant enfermées dans des tubes de cuivre logés à la partie inférieure d'un réservoir en tôle d'acier.

Ces réservoirs peuvent être branchés sur une canalisation d'eau quelconque; l'eau froide arrive par la partie inférieure, s'échauffe au contact des éléments chauffants et se rend à la partie supérieure où se trouve la prise d'eau chaude.

Afin de rendre le fonctionnement automatique, ces chauffe-eau sont munis d'un interrupteur électrique commandé par un dispositif manométrique des plus ingénieux qui produit la mise en

(1) Voir l'*Electricien*, n° 1139, 26 octobre 1912, page 257

circuit lorsque la température de l'eau est inférieure au degré qu'elle doit avoir et, au contraire, interrompt le circuit lorsque l'eau a atteint la température à laquelle elle doit être distribuée. Le fonctionnement de ces chauffe-eau n'exige aucune précaution, aucune surveillance ni aucune manœuvre de mise en marche et d'arrêt, enfin, ce dispositif assure une consommation d'énergie électrique exactement proportionnelle aux besoins.

Le réservoir de ces appareils est en tôle d'acier galvanisée intérieurement et extérieurement. Les raccords nécessaires à leur installation sont en bronze nickelé et montés sur leurs tubulures. Un robinet de vidange est placé à la partie inférieure et peut être raccordé à la tuyauterie d'écoulement des eaux. Afin d'éviter la radiation, le réservoir est enduit extérieurement d'une peinture isolante spéciale et est enfermé dans une seconde enveloppe cylindrique, de diamètre plus grand et revêtue sur sa paroi intérieure d'une peinture isolante. Dans l'espace laissé libre entre les deux cylindres est disposée une matière calorifuge qui constitue, avec le matelas d'air qu'elle emprisonne, le meilleur isolement thermique, dont l'efficacité est telle que l'enveloppe extérieure reste constamment froide et que le refroidissement du chauffe-eau, lorsqu'on arrête son fonctionnement, ne se produit qu'après plusieurs jours.

Une des applications intéressantes de ces appareils est le chauffe-bain que représente la figure 152 avec son installation. Un interrupteur ordinaire est placé sur la canalisation électrique pour le cas où l'appareil devrait rester inutilisé pendant un certain temps. L'arrivée d'eau froide se trouve en B et la prise d'eau chaude en A.

L'appareil, pour cet usage, a une contenance de 100 litres et doit fournir l'eau à la température de 90°. Pour préparer un bain, il faut environ 72 litres d'eau à 90°. Dès que l'on fait écouler l'eau chaude, l'eau froide est admise dans le réservoir, pousse vers la partie supérieure les couches chaudes et l'abaissement de température qui résulte de l'arrivée d'eau froide provoque immédiatement la fermeture automatique de l'interrupteur, c'est-à-dire la mise en circuit du chauffe-eau. L'eau froide s'échauffe et les couches les plus chaudes s'élèvent progressivement en maintenant toujours une température de 90° à la partie supérieure. Lorsque les 72 litres d'eau froide ont atteint cette température, l'interrupteur s'ouvre automatiquement, interrompant le passage du courant jusqu'au moment où un nouveau prélèvement d'eau chaude amène une nouvelle admission d'eau froide et, par suite, la fermeture du circuit.

Pour d'autres applications, ces chauffe-eau se construisent en toutes dimensions et pour toutes intensités de courant. La température de l'eau chaude peut aussi être déterminée à volonté par le réglage de l'interrupteur automatique.

Naturellement, pour amener l'eau froide à la température voulue, il faut laisser l'appareil en fonctionnement pendant un certain laps de temps. Pour certaines applications, il est nécessaire d'obtenir instantanément de l'eau chaude et, dans ce cas particulier, il se construit un appareil spécial, dit *le Super* (fig. 153), qui distribue immédiatement l'eau chaude par la simple manœuvre d'un robinet. Il se distingue des appareils précédents par ce fait que l'eau froide admise passe rapidement pour en sortir chaude. Naturellement cet appareil, fondé sur les mêmes principes que les autres, ne peut fournir que de petites quantités d'eau.

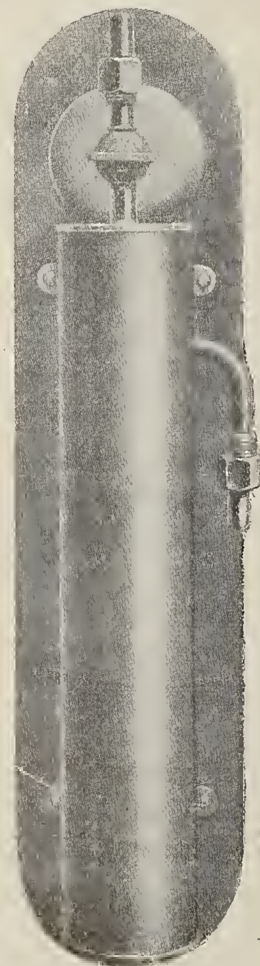


Fig. 153.

Son emploi convient tout particulièrement aux docteurs, dentistes, dans les laboratoires et, enfin, dans les cabinets de toilette, où il est l'indispensable agent de tous soins intimes.

Robuste, mais d'aspect fort élégant et d'encombrement très réduit, *le Super* se compose d'un tube nickelé de 0,25 m de hauteur et 0,05 m de diamètre. Ce tube porte à la partie supérieure un robinet pour l'arrivée d'eau et, sur les côtés, une tubulure d'écoulement; robinet et tubulure sont respectivement munis d'un ajutage permettant de relier l'appareil avec un récipient quelconque, au moyen d'un petit tuyau, en caoutchouc, par exemple.

Ce tube est fixé sur une planchette en bois verni, qui porte également l'interrupteur. Ce dernier est muni de 1 m de fil souple pour pouvoir être branché sur une prise de courant quelconque.

Les fils électriques peuvent d'ailleurs être amenés directement, sous baguette, à l'interrupteur de l'appareil; l'appareil peut être branché sur une canalisation d'eau.

Aucune précaution à prendre pour la mise en

marche; l'interrupteur électrique et l'admission d'eau étant commandés par la même clé.

Voici les renseignements relatifs aux deux modèles de cet appareil :

| Débit | | Température pour | | Consommation en watts. |
|---|---|---|---|---|
| Maximum. | minimum. | Débit maximum. | Débit minimum. | |
| 1 litre en 40 secondes | 1 litre en 4 minutes | 20° | 52° | 770 |
| 1 litre en 40 — | 1 litre en 4 — | 23° | 65° | 970 |

Les données et les dimensions des chauffe-eau de modèles courants sont les suivantes :

| Hauteur en mètres. | Diamètre extérieur en mètres. | Poids de l'appareil vide, en kg. | Capacité en litres. | Quantité d'eau échauffée à 90° par jour, en litres. | Applications. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,595 | 0,480 | 35 | 40 | 250 | Service de toilette à 1 ou 2 cuvettes. |
| 1,760 | 0,370 | 60 | 100 | 330 | 4 à 5 bains par jour. Service toilette. |
| 2,025 | 0,420 | 70 | 150 | 495 | 7 à 8 bains par jour. Service toilette. |
| 2,125 | 0,480 | 80 | 240 | 660 | 10 à 11 bains par jour. Service toilette. |

J.-A. MONTPELLIER.

LES PLUS RÉCENTS PROCÉDÉS ET DISPOSITIFS

# pour l'établissement des connexions électriques

DANS LES LAMPES A INCANDESCENCE

Une étude, due à M. B. Duschnitz, ingénieur, décrit les inventions brevetées en Allemagne et destinées au soudage des filaments des lampes électriques à incandescence (1). Avec les appareils jusqu'ici connus pour le soudage des filaments métalliques des lampes à incandescence, au moyen de l'arc électrique, les deux électrodes, séparées l'une de l'autre, étaient introduites, par des ouvertures convenables, dans une cloche en verre remplie d'un gaz inerte, cloche dans laquelle s'opère le soudage.

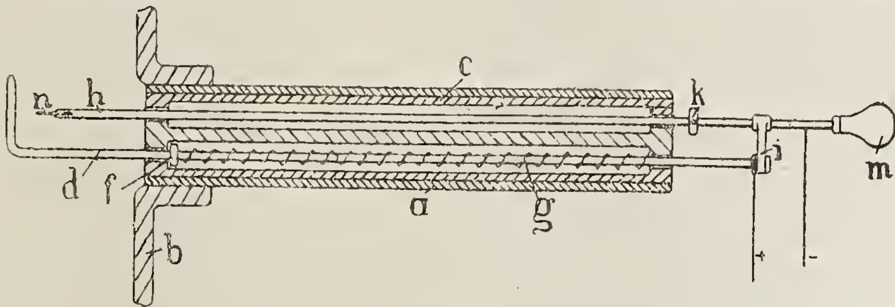



Fig. 154.

M. W. Gladitz, de Treptow près Berlin, vient de construire pour le soudage des filaments métalliques, un appareil qui se différencie de ceux déjà connus en ce qu'il amène les deux électrodes dans un seul tube, de manière que, tout en leur laissant la possibilité de se mouvoir, on puisse joindre ensemble les filaments métalliques. L'appareil de M. Gladitz est représenté sur la figure 154. On ne voit dans cette figure que la

(1) Traduit de l'*Hélios*.

partie de la cloche en verre dans laquelle pénètre l'appareil. Dans la cloche *b*, sous laquelle on opère de la manière habituelle, il s'agit de souder ensemble deux filaments. A cet effet, on noie dans un récipient particulier une tige pourvue à sa pointe d'un crochet qui est recourbé en forme d'équerre, ainsi qu'une seconde tige constituant une électrode et portant un charbon; les deux tiges sont isolées l'une de l'autre. Le tube *a* du récipient peut être fixé à la cloche *b* au moyen de mastic. Dans le corps isolant *c*, portant les perforations convenables, on dispose la tige ayant la forme d'un crochet, en sorte qu'elle se trouve maintenue dans une position fixe déterminée par un ressort spiral *g* qui la maintient contre l'arrêt *f*, mais elle peut se déplacer en arrière dans le sens de sa longueur. Dans un tube isolant *i*, on dispose la seconde tige *h*, pourvue à son extrémité d'une pointe de charbon *n*, de manière qu'elle puisse être déplacée, au moyen d'une poignée *m*, dans le sens de sa longueur. Un arrêt *k*, qui vient buter contre la conduite métallique *i* lorsqu'on retire la tige *h*, provoque un mouvement rétrograde des deux tiges sans fermeture du circuit, afin que l'on puisse facilement retirer l'objet de la cloche. Par suite du noyage complet des deux tiges dans la substance isolante, un passage du courant ne peut se produire lors du retrait simultané des deux électrodes. On peut, toutefois, faire mouvoir les deux tiges en sorte que chacune se trouve déplacée suivant son axe longitudinal et, au besoin, qu'elle puisse être tournée.

Les deux tiges sont reliées chacune avec un pôle d'une source de courant électrique; par suite, deux filaments amenés entre l'angle du conducteur *d* et la pointe *n* peuvent être très facilement rattachés ensemble par une soudure électrique. Cet appareil, qui fait l'objet du brevet allemand n° 232 620, se prête particulièrement à la soudure entre eux de filaments métalliques. Quant à la soudure de filaments incandescents avec les fils plus épais d'amenée du courant, elle se réalise plus rapidement au moyen de dispositifs dans lesquels une seule électrode est mobile, tandis que l'autre est rattachée directement au fil d'amenée du courant pour le filament incandescent.

Pour empêcher l'oxydation du filament métallique dans le voisinage des points de soudure, on opère le soudage à l'intérieur d'une cloche en verre remplie d'un gaz indifférent, par exemple d'azote. M Silvis Marietti, de Milan, a récemment indiqué un procédé grâce auquel le soudage à l'arc électrique peut être exécuté à l'air libre, sans que le filament métallique vienne à s'oxyder. Ce procédé, breveté en Allemagne sous le n° 233 205, consiste à diriger sur l'arc, en opposition avec le sens du filament, un courant d'air.

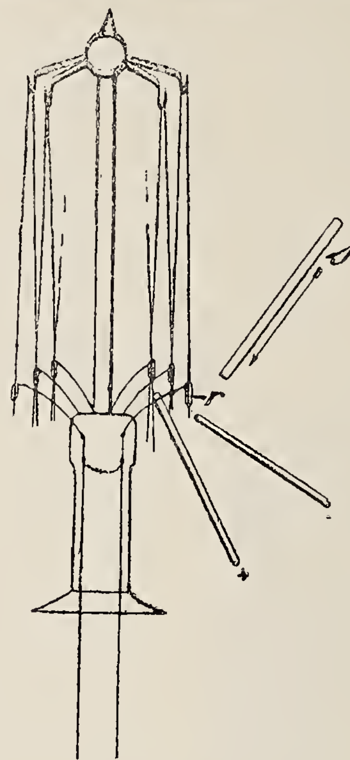


Fig. 155.

Par suite, l'oxydation du filament, lors du soudage, peut être empêchée sans qu'on ait besoin d'introduire, dans l'espace où l'on opère, des gaz étrangers et sans que l'on ait à travailler sous une cloche protectrice. On a constaté qu'il est opportun de donner la forme d'un tube à l'électrode destinée à recevoir l'extrémité du filament. La forme tubulaire constitue déjà, par elle-même, une certaine protection contre l'oxydation. La figure 155 représente un support de filaments sur

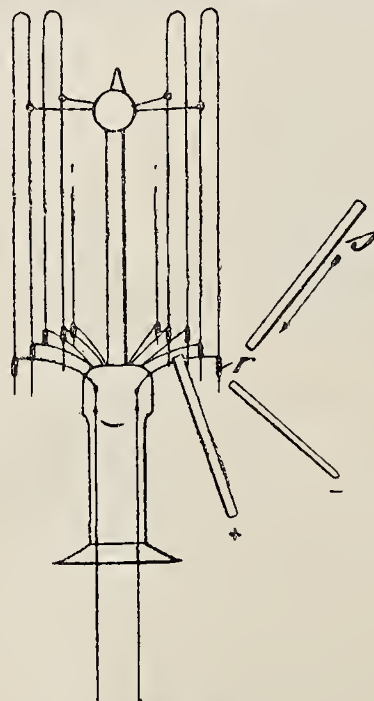


Fig 156.

lequel on a introduit, à chaque extrémité tubulaire d'électrodes, les extrémités de deux étriers voisins de filaments, tandis que sur la figure 156 on voit les extrémités de deux filaments voisins introduites dans deux tubulures séparées d'électrodes. Les deux figures précitées permettent de reconnaître comment on applique le procédé de M. Marietti. On fait passer l'arc sur l'extrémité de la partie tubulaire *r* du fil d'amenée du courant, et cela à partir du pôle négatif de la canalisation, tandis que le pôle positif est appliqué sur le fil même d'amenée. Au moyen d'un tube *s* on dirige, pendant le soudage, un courant d'air sur le point de soudure. Comme le montrent les figures, on donne au tube *s* une inclinaison telle que le courant d'air soit dirigé en sens contraire de la direction du filament. Comme, par suite, les parties du filament voisines du point de soudure se trouvent maintenues constamment froides, on peut éviter les températures auxquelles se produit une oxydation du filament. Par contre, il semble impossible que le nœud de soudure lui-même échappe à l'oxydation. Mais on peut se résigner à cet inconvénient, si les parties encadrant le nœud de soudure demeurent métalliquement pures.

Un autre procédé de connexion des filaments

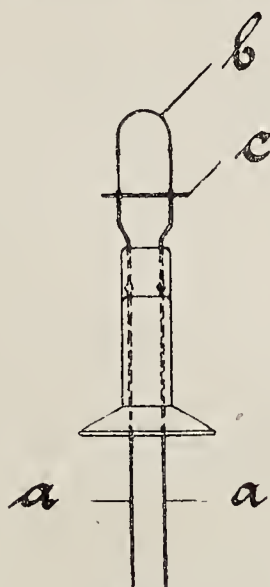


Fig. 157.

métalliques avec les amenées de courant émane de M. Ernest A. Krüger, de Seehausen (Altmark). Dans ce procédé (fig. 157), le filament incandescent *b* est fixé provisoirement aux extrémités des amenées de courant *a* qui pénètrent dans l'intérieur de la lampe, par exemple au moyen de colle, au moyen de supports ou de traces de mastic. En même temps, on fixe un fil métallique droit *c* ou bien à un seul point de connexion ou bien aux deux ; il importe que ce fil auxiliaire *c* soit formé d'une matière plus facilement fusible que les filaments qu'il s'agit de souder ensemble, en sorte que, lors de la fusion de ce fil dans la zone neutre, les fils d'amenée soient aussi peu que possible attaqués, tout comme le filament métallique, par la chaleur que développe le courant. La fusion s'obtient de la manière déjà connue, au moyen d'une distance explosive ou d'un arc. Le procédé « Krüger », breveté sous le n° 236 440 présenterait cet avantage que le métal du fil auxiliaire formant le point où s'opère la fusion s'écoule rapidement et si bien qu'on obtient une enveloppe lisse des parties à réunir ensemble. En outre, l'opération devient plus simple lorsqu'on applique le fil auxiliaire *c*, en forme de pont, aux points de connexion, et que l'on fait agir le courant sur le centre de ce pont; alors, il faut, avec les électrodes de travail, suivre les moitiés du fil auxiliaire séparées par l'arc ou la distance explosive jusqu'à ce que la fusion se forme autour de l'amenée et du filament.

Le procédé Krüger peut être encore facilement employé, exactement comme le montre la figure 157 à propos de petites lampes à unique filament recourbé, pour les lampes à courant intense contenant plusieurs filaments recourbés. Dans ce dernier cas, il suffit de fixer convenablement le fil auxiliaire *c* entre les extrémités des supports en forme de V qui amènent le courant; on fond ensemble ces supports en leur milieu, au moyen d'une électrode de fusion, afin d'obtenir simultanément deux nœuds de fusion.

L'expérience montre que la plupart des filaments métalliques se rompent, pendant le fonctionnement des lampes, dans le voisinage des points de soudure. Le fait est dû à ce que la flexibilité du filament est d'autant plus petite que le point susceptible d'être attaqué se trouve plus rapproché d'une connexion. C'est, en effet, dans le voisinage des points de connexion que le filament apparaît le plus rigide. La compagnie « Westinghouse Metal Filament Lamp », de Londres, emploie depuis quelque temps, pour rattacher les filaments métalliques aux fils d'amenée de courant, un procédé qui, assure-t-on, donne au filament, dans le voisinage de la soudure, une plus grande flexibilité. Le filament a d'abord ses extrémités fondues avec le support ou avec le fil d'amenée, ou encore fixées rigidement d'une manière analogue; mais les parties extrêmes du filament, dans le voisinage du point de connexion, présentent un certain jeu grâce aux spires disposées autour des extrémités du fil d'amenée ou du support. Ces spires limitent le mouvement du filament dans le voisinage de son point d'attache et, par suite, elles protègent les

parties extrêmes dudit filament contre les conséquences des chocs trop violents. Par suite, les filaments traités d'après ce procédé (brevet n° 238 755) se rompent moins facilement que ceux des autres lampes. Mais, afin que les filaments ne puissent se détacher de leurs supports ni se déplacer, le brevet n° 247 463 de la même compagnie prévoit que la partie du support ou du fil d'amenée enroulée du filament métallique sera, sur une longueur convenable, recourbée de manière que le filament métallique puisse y être solidement inséré. La figure 158 représente un support avec le filament appliqué, d'après ce procédé, aux fils d'amenée. Sur le pied 1 dans lequel sont noyés les fils d'amenée 3 et 4 se trouve appliqué, formé d'une seule venue, le support en verre 2. Ce support central 2 a reçu des supports accessoires latéraux 5; sur les extrémités en forme de crochets de ces derniers, passe le filament 6 formé d'une seule pièce. Les deux extrémités du filament fondu avec les fils d'amenée 3 et 4 se trouvent enroulées, avec un certain jeu, autour des extrémités des fils 3 et 4. Les extrémités pliées des fils 3 et 4 sont recourbées, courbures qui forment des enfoncements dans lesquels sont enroulées les extrémités du filament. Les mêmes courbures 7 servent encore à empêcher un déplacement des extrémités du

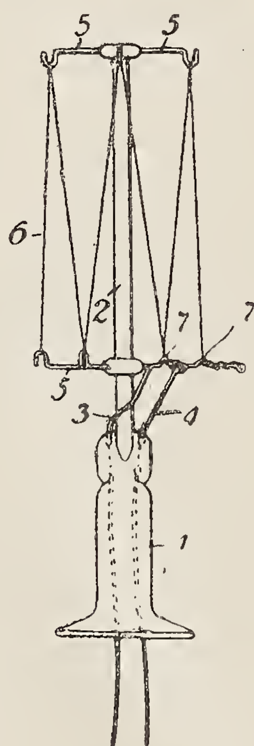


Fig. 158.

filament sur les fils d'amenée, alors qu'on l'enroule sur les petits crochets 5.

Les figures 159 et 160 représentent, quelque peu agrandis, deux modes différents de fixation du filament. Dans la figure 159, le fil d'amenée du courant 4, après un parcours en ligne droite dans le voisinage du point de soudure, reçoit trois enroulements du filament 6 pour ensuite se

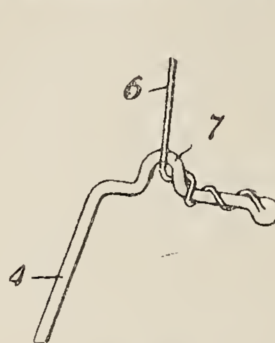


Fig. 159.

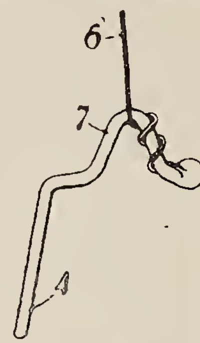


Fig. 160.

perdre dans la boucle 7. Dans la figure 160, par contre, la partie droite du fil 4 est supprimée et l'extrémité du filament 6 est enroulée directement derrière le point de soudure dans la boucle 7. Quand on utilise ce dernier dispositif, on peut diminuer le diamètre du support et faciliter ainsi l'introduction de ce support dans le col de l'ampoule en verre.

On va maintenant indiquer trois nouveaux procédés qui ont pour objet l'introduction des fils au travers de la paroi en verre et leur fixation sur le verre.

La Compagnie « Lichtwerke », de Berlin, a fait breveter, sous le n° 238 758, un procédé permettant de noyer les fils d'amenée dans le pied de la lampe. Avec ce procédé, la fusion doit s'effectuer dans le vide ou dans un gaz inerte. L'échauffement à cet effet nécessaire est produit par la chaleur rayonnante que l'on obtient au moyen de petits radiateurs électriques. On doit éviter de cette manière les gerçures dans le pied de la lampe qui peuvent se produire, lors de la fusion ordinaire, par suite de la formation de petites bulles d'air restant dans la masse. En outre, on évite, par suite de la suppression de l'oxygène, l'oxydation des fils d'amenée au point de fusion.

Sans doute, ce procédé permet d'obtenir les avantages ci-dessus, mais il ne peut pas être appliqué industriellement. En effet, pour introduite les fils dans le pied en verre, il ne suffit pas d'échauffer ce dernier, il faut encore soumettre la partie ramollie à une manipulation qu'il est difficile d'obtenir dans le vide et qu'il est impossible d'exécuter d'une manière suffisamment rapide quand il s'agit d'une fabrication industrielle. D'autre part, l'échauffement, au moyen de petits radiateurs, revient à un prix bien trop élevé.

M. George Barnhill Burnside, de Renfrew (Ecosse) a imaginé un procédé pour l'insertion étanche de conducteurs électriques dans le verre.

A cet effet, on échauffe le point d'entrée du conducteur électrique dans le verre jusqu'à ce que la masse de verre soit parfaitement adhérente au conducteur; ensuite on laisse refroidir la masse du verre jusqu'au rouge sombre, puis on refroidit subitement le point d'entrée; en d'autres termes, on le soumet à une trempe. Par suite, la masse de verre se trouve fixée contre le conducteur. Grâce à ce procédé, breveté sous le n° 240 076, on doit obtenir, entre le fil et la masse du verre, une connexion impénétrable aux gaz et à l'air, sans que la différence des coefficients de dilatation des deux corps sous l'influence de la chaleur produise le moindre inconvénient. La connexion doit demeurer imperméable aux gaz à toutes les températures développées pendant la fabrication ou l'utilisation ultérieure de la lampe. On fixe le conducteur électrique dans le verre de la manière suivante : on introduit d'abord le conducteur en question dans une ouverture que l'on a pratiquée dans le verre et qui est exactement assez grande pour son passage, afin d'éviter, autant que possible, une oxydation lors de l'échauffement du fil. La masse de verre, enveloppant le fil, est ensuite fortement échauffée au moyen d'une petite flamme jusqu'à ce que l'on obtienne, entre elle et le fil, une connexion complète. Le point d'entrée du fil est ensuite éloigné de la flamme et, quand il a eu sa température abaissée jusqu'au rouge sombre, on le refroidit subitement en le plongeant dans un milieu approprié, par exemple dans de l'huile de spermacéti. On a soin d'échauffer un peu l'huile ci-dessus avant de l'utiliser. Chaque immersion doit durer environ 3 secondes et être séparée de l'immersion suivante par un laps de temps de 3 secondes également. A chaque immersion, on introduit un peu plus avant le point d'entrée du fil dans le liquide réfrigérant, jusqu'à ce qu'il se trouve être complètement trempé et refroidi. Le refroidissement et la trempe durent environ 30 secondes. Le fil employé doit être absolument pur et lisse; on peut, avant l'immersion, le pourvoir d'une enveloppe protectrice afin d'éviter une oxydation. Lorsque le fil doit livrer passage à un courant d'au plus 15 ampères, il convient de lui donner une section circulaire. Si le même fil doit laisser passer plus de 15 ampères, ce qui peut être le cas sur les lampes à incandescence renfermant des filaments courts et épais, on trouve avantage à donner au fil une forme tubulaire. On ferme alors le conducteur en question au moyen d'un fil qu'on introduit à l'intérieur. On donne une forme tubulaire au conducteur destiné à de hautes intensités, afin de le faire refroidir plus rapidement par le liquide qui agit sur lui aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Ce procédé donne, assure-t-on, une connexion très efficace entre un fil de cuivre mesurant jusqu'à 1,23 mm de diamètre, et un verre à base de plomb.

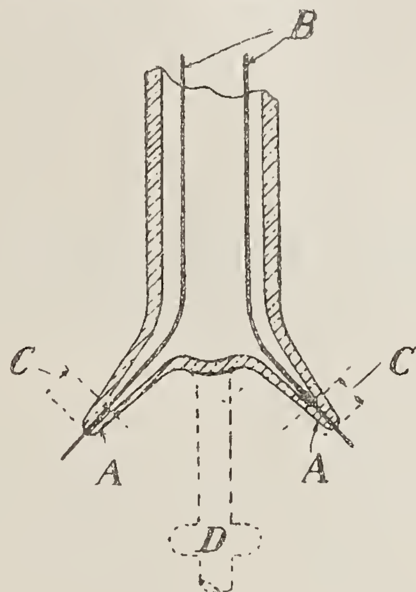


Fig. 161.

En outre, des fils de platine mesurant jusqu'à 1 mm d'épaisseur peuvent être introduits avec succès dans le verre d'Iéna ou dans d'autres verres. Des fils même plus épais peuvent être introduits dans le verre par ce procédé; l'inventeur prétend qu'il est possible de traiter ainsi des conducteurs tubulaires de toutes sections. La figure 161 représente, un peu agrandie, une partie du pied d'une lampe à filament métallique. Comme on le voit, la partie supérieure de ce pied est étirée en forme de fourche, afin de faciliter l'immersion des branches dans le liquide réfrigérant. B indique les deux conducteurs électriques, A les points d'entrée de ces conducteurs

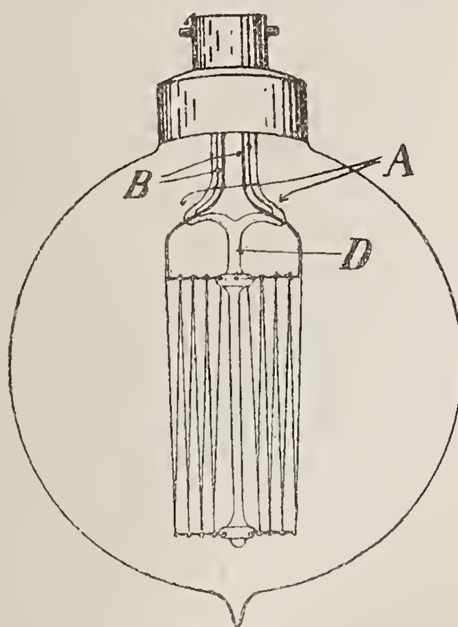


Fig. 162.

dans le verre. Les conducteurs B sont, comme on l'a vu, noyés dans les points A que l'on refroidit ensuite en plongeant l'ampoule toujours plus avant dans le liquide réfrigérant, tant qu'elle n'est pas trempée jusqu'à la hauteur indiquée par les lignes pointillées en C. D indique une addition au support central des filaments métalliques. La figure 162 montre la vue d'ensemble d'une lampe établie d'après ce procédé, avec un culot Ganz pour douille à baïonnette. Comme on le voit, les amenées de courant B se composent chacune d'un fil de la même matière, sans section intermédiaire en platine.

Si les espérances de l'inventeur se réalisent, particulièrement en ce qui concerne la durée des lampes traitées, le nouveau procédé présentera une grande importance particulièrement pour les lampes à filament métallique d'un nombre élevé de bougies, puisqu'on pourra faire les amenées de courant aussi grosses qu'on le désire. On serait donc en mesure d'alimenter des lampes avec de très grandes intensités, sans avoir à augmenter la tension, c'est-à-dire la longueur du filament. Pour d'autres récipients dans lesquels on a fait le vide, le même procédé présenterait une importance toute particulière, par exemple pour les tubes Röntgen, dans lesquels il est souvent nécessaire d'augmenter l'intensité.

On indiquera, pour terminer, un autre procédé de connexion des conducteurs à l'intérieur des lampes à incandescence, dans lequel le mode usuel d'introduction des fils d'amenée dans le verre est supprimé. D'après ce procédé, que M. Otto Schaller, de Südende près Berlin, a fait breveter sous le n° 243 990, l'étanchéité des amenées de courant à introduire dans la lampe s'obtient par des plaques latérales à ces amenées, plaques qui s'appliquent sur des plaques étanches correspondantes que porte la cloche de verre. Les plaques étanches en question, auxquelles on peut donner une dimension quelconque en rapport avec les dimensions de la lampe, doivent permettre de maintenir les amenées de courant, et cela au moyen de la seule pression atmosphérique, en contact intime avec la cloche en verre.

Pourtant il faut que les plaques étanches, comprimées ensemble par la pression atmosphérique, puissent se déplacer l'une sur l'autre dans le cas de dilatations ou de contractions différentes des matières employées. Ces dilatations ou contractions ne peuvent aboutir qu'à de petits déplacements. C'est ce que montre l'exemple indiqué à la figure 163. Le corps de la lampe consiste essentiellement en la cloche en verre ou en quartz de forme sphérique portant les deux ouvertures *b* et *c*, dont les rebords supérieurs sont dépolis. Sur ces plaques sont placées les amenées de courant *d* et *e* avec leurs épanouissements *f* et *g* en forme de soucoupes, qui sont également dépolis. L'air de l'ampoule est épuisé par le procédé habituel. Aux parties des amenées de courant plongeant dans l'intérieur de la cloche *a*, on a vissé ou soudé le filament incandescent *h*. Cette fixation peut être opérée soit en faisant pénétrer dans l'ampoule d'abord le corps incandescent, par l'une des ouvertures *b* ou *c*, et ensuite en attirant ses deux extrémités par les deux ouvertures, de manière que l'on puisse opérer son rattachement, avec les amenées de courant, en dehors de la lampe. Pour assurer la connexion hermétique des plaques entre *b* et *f*, ou entre *c* et *g*, M. Schaller a introduit entre les plaques étanches

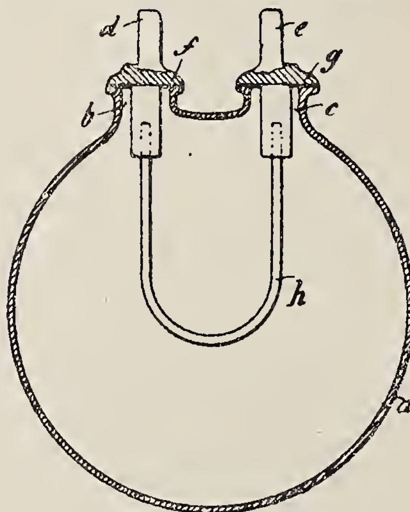



Fig. 163.

dépolies, de la graisse ou un corps imperméable liquide. Si cette dernière précaution est indispensable, le système de M. Schaller pour la connexion des amenées de courant avec l'ampoule semble être inapplicable dans la pratique, car la graisse ou l'autre liquide étanche utilisé dégage, aux températures qui se produisent durant l'évacuation et l'utilisation ultérieure de la lampe, des gaz qui parviennent dans l'ampoule et qui peuvent agir d'une manière fâcheuse sur le filament. Par contre, l'emploi d'un dispositif en labyrinthe pour obtenir l'étanchéité peut être maintenu par des rainures concentriques tracées dans le verre et dans le métal; ce dispositif semble pratique, mais il augmente très considérablement les frais de fabrication.

Il semble que l'on puisse, avec ce système, employer des amenées de courant de diamètres quelconques et, par suite, construire des lampes à intensités élevées. Reste à savoir s'il est possible, dans la pratique, d'obtenir des surfaces s'adaptant les unes aux autres et dépolies, qui soient suffisamment précises. Dans tous les cas,

les lampes construites d'après ce dernier système ne sont point suspendues, comme c'est le cas généralement, par les amenées de courant (culot); au contraire, il sera préférable d'envelopper l'ampoule d'un réseau métallique et de suspendre la lampe par cette enveloppe, afin que les surfaces étanches se trouvent complètement déchargées et que la pression atmosphérique de 1 kg : cm² ne rencontre aucune contre-pression par suite du poids de l'ampoule et qu'elle puisse intervenir entièrement pour le maintien du vide.

G.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

Or, nous avons vu, tout au début, que les courants sont inégaux dans les diverses portions du circuit dont les longueurs sont $l_1, l_2, l_3$. Pour que les densités de courant y soient les mêmes, il faudrait donc donner à chaque branche une section différente.

Les sections seraient par exemple

$$\text{en } a_1 a_2 \ldots\ldots \frac{i_2 + i_3 + i_4}{\Delta_0}$$

$$\text{en } a_2 a_3 \ldots\ldots \frac{i_3 + i_4}{\Delta_0}$$

$$\text{en } a_3 a_4 \ldots\ldots \frac{i_4}{\Delta_0}$$

et ainsi de suite.

Cette condition sera, dans la plupart des cas, d'une réalisation impossible. Le plus souvent, le câble aura dans tout son parcours la même section et les densités de courant varieront d'une partie à l'autre du circuit. Aussi n'est-ce que dans des cas exceptionnels, — ceux où on pourra réaliser effectivement la condition d'uniformité des densités de courant, — qu'on obtiendra l'égalité absolue des tensions aux bornes des récepteurs.

Malgré cela, ce dispositif peut rendre des services dans certains cas, bien qu'il oblige à un conducteur de retour B C $b_4$.

On pourrait présenter d'une façon *en apparence* moins restrictive la condition grâce à laquelle la distribution en boucle conduit à l'uniformité des tensions aux bornes des récepteurs. Si, en effet, on avait

$$\left.\begin{array}{l} \Delta_1 = \Delta'_1 \\ \Delta_2 = \Delta'_2 \\ \Delta_3 = \Delta'_3 \end{array}\right\} \qquad (84)$$

les quatre parenthèses des équations (81) se réduiraient à la valeur commune

$$l_1 \Delta_1 + l_2 \Delta_2 + l_3 \Delta_3$$

de sorte qu'on aurait

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_4 = A' - 0{,}016 \\ (l_1 \Delta_1 + l_2 \Delta_2 + l_3 \Delta_3) \qquad (85)$$

Les conditions (83) reviennent à dire que la densité de courant devrait être la même dans les deux conducteurs situés entre deux récepteurs consécutifs quelconques, mais qu'elle pourrait être différente dans les deux portions à gauche et à droite d'un même récepteur.

En théorie, c'est plus simple puisqu'il n'y a que trois équations de condition au lieu de six; en pratique, le résultat est rigoureusement le même, les inégalités des courants conduisant malgré tout à donner des sections différentes aux diverses portions du circuit, qu'il faille réaliser soit les conditions (82) soit les conditions (84).

Ainsi le conducteur $b_1 b_2$ traversé par un courant $i_1$ n'aura pas la même section que $a_1 a_2$, traversé par un courant $i_2 + i_3 + i_4$, si la densité de courant doit être la même dans ces deux conducteurs. Si donc on doit réaliser l'une de ces conditions, ce sera la première (82), parce que son adoption conduit à l'expression (83) qui permet de déterminer plus facilement la meilleure valeur de $\Delta_0$ par les méthodes dérivées de la règle de Kelvin.

Pour compléter les indications qui précèdent, il y a encore à indiquer comment on doit choisir les sections ou les densités de courant.

Pour les conducteurs entre la génératrice et les points $a_1$ et $b_4$, qui portent le courant total I,

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, p. 84 n° 1129, 17 août, p. 103, n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197, n° 1136, 5 octobre, p, 214, n° 1137, 12 octobre, p. 229, n° 1138, 19 octobre, p. 247, n° 1139, 26 octobre, p. 262 et n° 1141, 9 novembre, p. 290.

les formules (79) et (80) nous ont montré qu'ils devaient être calculés par les procédés précédemment exposés. On y utilisera avec avantage le coefficient $\beta$ et l'hyperbole type, puisque la seule condition est de maintenir dans une proportion convenable la chute de tension A — A′ donnée par (80).

Entre les points $a_1$ et $b_4$, les formules (81), — ou (82) suivant les circonstances, — montrent qu'en tout état de cause les tensions $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$ aux bornes des récepteurs diffèrent de la tension A′ des quantités représentées par les termes soustractifs des seconds membres de ces équations. Ici encore, il y a intérêt à rechercher une bonne proportion entre ces différences de tension et la dépense de cuivre. En accroissant les sections, on diminue les $\Delta$ et par suite les différences $A' - \alpha_1$, $A' - \alpha_2$, etc. Les équations (81) et (82) donnent tous les éléments du calcul, nous n'insistons pas.

Quel avantage y a-t-il à préférer ce dispositif lorsqu'on ne peut pas réaliser la condition d'uniformité de densité de courant?

Il semble cependant que, si on ne peut pas réaliser la condition d'uniformité des densités de courant, ce dispositif doit perdre beaucoup de son intérêt. Pour apprécier cette question, il faut chercher si en l'adoptant on parvient à diminuer les écarts entre les tensions aux bornes des récepteurs.

Conservons les mêmes notations et soient encore (fig. 164) les mêmes récepteurs 1, 2, 3, 4, aux mêmes distances, demandant les mêmes intensités de courant $i_1$, $i_2$, $i_3$, $i_4$, mais en supposant cette fois que ce sont les points $a_1$ et $b_1$ qui sont reliés à la génératrice, de sorte que les conducteurs $Bb_1$ et $Aa$, ont la même longueur $l$.

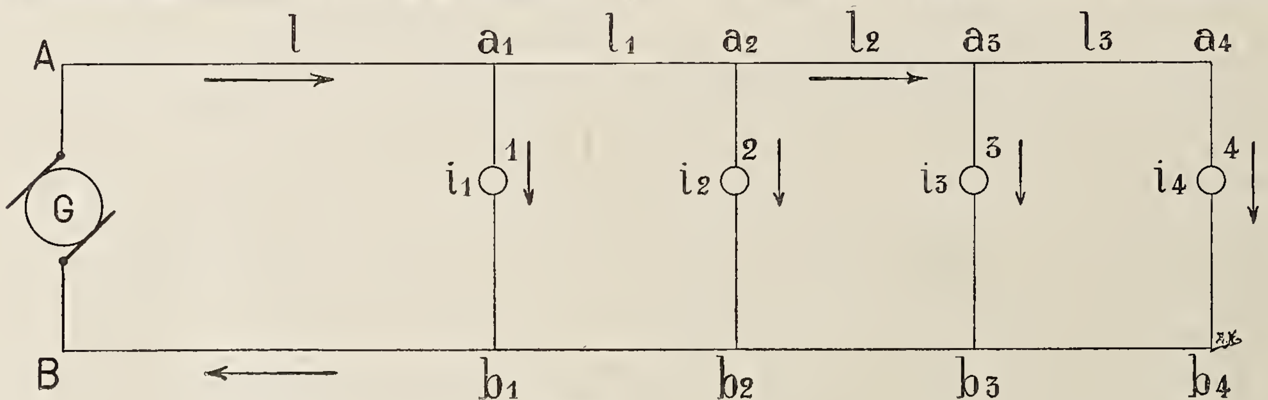



Fig. 164.

Désignons par A″ la tension en $a_1$, $b_1$, nous aurons en appliquant la formule (7) un circuit $Aa_1$ $Bb_1$ de longueur $l$.

$$A'' = A - 0{,}032\, l\, \Delta \qquad (86)$$

$\Delta$ désignant la densité de courant commune dans les deux conducteurs reliant la dynamo au premier récepteur.

La tension $\alpha$, aux bornes du récepteur 1, est ici évidemment égale à A″.

$$\alpha_1 = A'' = A - 0{,}032\, l\, \Delta \qquad (87)$$

On obtiendrait de la même manière les tensions $\alpha_2\, \alpha_3\, \alpha_4$

$$\alpha_2 = \alpha_1 - 0{,}032\, l_1\, \Delta_1 = A'' - 0{,}032\, l_1\, \Delta_1 \quad (88)$$

en remplaçant $\alpha_1$ par la valeur égale A″, puis

$$\alpha_3 = \alpha_2 - 0{,}032\, l_2\, \Delta_2 = A'' - 0{,}032\, (l_1\, \Delta_1 + l_2\, \Delta_2) \qquad (89)$$

et enfin

$$\alpha_4 = \alpha_3 - 0{,}032\, l_3\, \Delta_3 = A'' - 0{,}032\, (l_1\, \Delta_1 + l_2\, \Delta_2 + l_3\, \Delta_3) \qquad (90)$$

D'autre part, on déduit de la formule (85) en désignant par $\alpha$ la valeur commune de $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$.

$$\alpha = A' - 0{,}016\, (l_1\, \Delta_1 + l_2\, \Delta_2 + l_3\, \Delta_3) \quad (91)$$

En comparant (90) et (91) on voit que la distribution en boucle peut permettre d'abaisser de moitié la différence entre les tensions aux bornes des récepteurs les plus éloignés, en supposant qu'on ait établi dans les deux cas les conducteurs venant de la génératrice de façon que A′ = A″, ce qui est toujours possible.

Si on devait comparer avec la formule (83), c'est-à-dire si dans le cas de la figure (164) on avait :

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta_0 \qquad (92)$$

on trouverait le même avantage en faveur de la distribution en boucle.

La proportion pourrait se trouver modifiée si aucune des conditions (82) ou (84) n'était réalisée.

Il ne faut pourtant pas oublier que cet avantage n'est acquis qu'au prix d'une concession dans le cuivre des conducteurs venant à la dynamo.

On a, en effet, en supposant $\Delta = \Delta'$ dans la formule (80).

$$A - A' = 0{,}016\,(l + l')\,\Delta'$$

Or la formule (86) donne :

$$A - A'' = 0{,}032\,l\,\Delta$$

Si l'on veut que $A'' = A'$ comme $l'$ est plus grand que $l$, la densité de courant ne pourra être la même dans les deux dispositifs. En divisant membre à membre ces deux équations et tenant compte que $A' = A''$, on aura :

$$1 = \frac{1}{2}\,\frac{l + l'}{l}\,\frac{\Delta'}{\Delta}$$

d'où

$$\frac{\Delta'}{\Delta} = \frac{2\,l}{l + l'} \qquad (93)$$

c'est-à-dire $\frac{\Delta'}{\Delta} < 1$ ou $\Delta' < \Delta$ puisque $2\,l < l + l'$.

Telles sont les propriétés de ce mode de distribution généralement assez mal connu et susceptible pourtant de rendre quelques services.

*(A suivre).* Ch. Vallet.

---

# La concession de la Compagnie Lorraine d'Electricité.

*(Suite et fin)* (1).

Indépendamment de ces localités, la concession est accordée également dans les localités suivantes, sous réserves des droits nés de concessions antérieurement accordées par les communes :

1° Communes ou le privilège de l'éclairage a été déja accordé.

A.) *Meurthe-et-Moselle* :

| | Habitants. |
|---|---|
| Baccarat, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 6996 |
| Bayon, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 1256 |
| Blamont, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 1604 |
| Bicqueley, canton Sud et arr. de Toul | 705 |
| Choloy, canton Sud et arr. de Toul | 416 |
| Dombasle, canton de Saint-Nicolas du Port, arr. de Nancy | 5903 |
| Domgermain, canton Sud et arr. de Toul | 1021 |
| Ecrouves, canton Nord et arr. de Toul | 8698 |
| Foug, canton Nord et arr. de Toul | 1232 |
| Gyé, canton Sud et arr. de Toul | 307 |
| Laneuveville devant Nancy, canton de Saint-Nicolas, arr. de Nancy | 2183 |
| Lay-Saint-Rémy, canton Nord et arr. de Toul | 311 |
| Ménillot, canton Sud et arr. de Toul | 251 |
| Rosières-aux-Salines, canton de Saint-Nicolas, arr. de Nancy | 2281 |
| Saint-Nicolas du Port, ch.-lieu de canton, arr. de Nancy | 5732 |
| Toul, ch.-lieu d'arrondissement | 13663 |
| Varangéville, canton de Saint-Nicolas, arr. de Nancy | 2546 |

B). — *Vosges* :

| | Habitants. |
|---|---|
| Beauménil, canton de Bruyères, arr. d'Epinal | 184 |
| Corcieux, ch.-lieu de canton, arr. de Saint-Dié | 1604 |
| Champ-le-Duc, canton de Bruyères, arr. d'Epinal | 312 |
| Fiménil, canton de Bruyères, arrondiss. d'Epinal | 417 |
| La Neuveville-les-Raon, canton de Raon-l'Etape, arr. de Saint-Dié | 3019 |
| Golbey, canton et arr. d'Epinal | 3399 |
| Raon-l'Etape, ch.-lieu de canton, arr. de Saint-Dié | 4771 |
| Saint-Dié, ch.-lieu d'arrondissement | 22136 |

2° Communes ou la concession antérieure a été rétrocédée a la Compagnie Lorraine d'Électricité.

A). — *Meurthe-et-Moselle* :

| | Habitants. |
|---|---|
| Gerbéviller, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 1575 |

B). — *Vosges* :

| | |
|---|---|
| Bruyères, ch.-lieu de canton, arrondiss. d'Epinal | 3724 |
| Charmes, ch.-lieu de canton, arr. de Mirecourt | 4092 |

3° Communes ou antérieurement a la loi du 15 juin 1906 il a été octroyé a la fois le privilège de l'éclairage et de la force motrice.

A). — *Meurthe-et-Moselle.*

| | Habitants. |
|---|---|
| Cirey-sur-Vezouze, ch.-lieu de canton, arr. de Lunéville | 2462 |

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1140, 9 novembre 1912, p. 296.

| | Habitants. |
|---|---|
| Lunéville, ch.-lieu d'arrrondissement. . | 24266 |
| Moncel-lès-Lunéville, canton Sud et arr. de Lunéville. . . . . . . . . . | 531 |

B). — *Vosges.*

| | |
|---|---|
| Ban-de-Laveline, canton et arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . | 2009 |
| Epinal, ch.-lieu du département. . . . | 29058 |
| Fraize, ch.-lieu de canton, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . . . | 4334 |
| Mirecourt, ch.-lieu d'arrondissement. . | 5511 |
| Moyenmoutier, canton de Senones, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . | 4897 |
| Senones, ch.-lieu de canton, arr. de Saint-Dié. . . . . . . . . . . | 4343 |
| Rambervillers, ch.-lieu de canton, arr. d'Epinal. . . . . . . . . . . . | 5584 |
| Thaon-les-Vosges, canton de Châtel-sur-Moselle, arr. d'Epinal. . . . . | 6117 |

Le concessionnaire est autorisé à faire usage des ouvrages et canalisations établis pour desservir les entreprises de transport en commun et, d'une manière générale, toutes entreprises situées hors de la concession, à la condition expresse qu'il n'en résulte aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution et que toutes les obligations du cahier des charges soient remplies.

Les projets des ouvrages et lignes doivent être présentés dans un délai de six mois après approbation définitive de la concession et les travaux devront être commencés dans le délai de six à vingt-quatre mois à dater de l'approbation des projets et poursuivis sans interruption, de manière à être terminés dans le délai de quinze à quarante mois.

Le courant sera produit sous la forme triphasée à 50 périodes par seconde. La tension sera élevée à 75 000 volts environ pour les lignes primaires de transport. Des sous-stations abaisseront cette tension à 11 000 ou 5500 volts environ pour alimenter le réseau de distribution. Enfin des postes secondaires de transformation ramèneront la tension à 190 volts environ entre phases et à 110 volts environ entre une phase et le neutre.

La tension du courant distribué aux abonnés est fixée soit à 11 000 et 5500 volts, soit à 110 volts pour l'éclairage et à 190 volts pour la force motrice et autres usages. La variation de la tension est de 5 0/0 en plus ou en moins pour l'éclairage et de 10 0/0 en plus ou en moins pour tous autres usages. La fréquence de 50 périodes ne doit pas varier de 5 0/0 en plus ou en moins.

Les canalisations aériennes sont autorisées sur tout le parcours de la distribution pour les branchements particuliers.

Les prix maxima de vente de l'énergie électrique qui ne pourront être dépassés sont de 0,60 fr le kilowatt pour l'éclairage et, pour la force motrice, de 0,30 fr par mille heures d'utilisation annuelle et de 0,15 fr pour les kilowatts-heure consommés au-delà de mille heures par an.

Si le concessionnaire abaisse pour certains abonnés les prix de vente de l'énergie pour l'éclairage, avec ou sans conditions, il sera tenu de faire bénéficier des mêmes réductions tous les abonnés placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utilisation, de consommation, de durée d'abonnement et de tarif maximum.

Les services publics de l'Etat, des départements et des communes bénéficieront d'une réduction de 33 0/0 sur le tarif maximum prévu.

Les établissements publics et les associations agricoles organisées par l'administration, en vertu des lois du 16 septembre 1807, du 14 floréal an XI et du 8 avril 1898 ou autorisées en conformité des lois des 21 juin 1865-22 décembre 1888, bénéficieront d'une réduction de 15 0/0.

Les abonnés seront tenus de verser, à titre d'avance sur la consommation, une somme qui ne pourra être supérieure à 5 fr par kilowatt de puissance du compteur.

Les branchements sur les canalisations établies sur ou sous les voies publiques, ayant pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des immeubles desservis jusques et y compris, soit la boîte du coupe-circuit principal, soit le poste de transformateur, seront installés et entretenus par le concessionnaire et feront partie intégrante de la distribution. Les frais d'installation des branchements seront remboursés au concessionnaire par les propriétaires ou abonnés, conformément au tarif ci-après : jusqu'à 5 ampères sous 110 ou 190 volts pour la somme forfaitaire de 30 fr, de 5 à 50 ampères inclus sous 110 ou 190 volts, cette somme de 30 fr sera augmentée de 2 fr par ampère supplémentaire de débit du branchement, toute fraction d'ampère comptant pour 1 ampère entier.

Ces prix comprennent la fourniture et la pose des lignes, isolateurs, ferrures, pipe d'entrée, les scellements et percements des murs, et s'entendent pour des branchements aériens d'une longueur maximum de 15 m.

Pour les branchements souterrains ou les branchements aériens établis sur les lignes à 5500 volts ou 11 000 volts ou ceux dépassant 50 ampères de débit sous 110 ou 190 volts, ou ceux ayant 15 m et plus de longueur, les prix seront établis con-

formément à la série de prix de la société centrale des architectes français, édition la plus récente, avec un rabais de 5 0/0.

Les propriétaires ou abonnés seront dispensés du remboursement des frais d'installation des branchements, à condition d'y substituer le payement d'un loyer mensuel, conformément au tarif ci-après]: il sera perçu par branchement aérien, dont la capacité n'excédera pas 50 ampères sous 110 ou 190 volts et la longueur 15 m, une somme fixe de 0,20 fr augmentée de 0,10 fr par 5 ampères de débit du branchement, tout débit inférieur à 5 ampères comptant pour 5 ampères. Pour les branchements souterrains ou les branchements aériens établis sur les lignes à 5500 volts ou 11 000 volts ou ceux dépassant 50 ampères de débit sous 110 ou 190 volts ou ceux ayant 15 m et plus de longueur, les prix de location et d'entretien seront débattus de gré à gré.

Les branchements intérieurs, les colonnes montantes et toutes dérivations seront établis et entretenus par les soins et aux frais des propriétaires des immeubles.

Toutefois, si les propriétaires le requièrent, le concessionnaire sera tenu d'exécuter et d'entretenir lui-même ces installations, moyennant une rémunération calculée conformément à la série de prix de la Société centrale des architectes français, édition la plus récente, frappée d'un rabais de 5 0/0.

Les compteurs servant à mesurer les quantités d'énergie livrées aux abonnés par le concessionnaire seront d'un des types approuvés par le ministre des travaux publics.

Les compteurs seront fournis, posés, plombés et entretenus par le concessionnaire qui recevra, pour les compteurs à 110 ou 190 volts, à titre de frais de pose, une somme de 10 fr par compteur, à titre de location mensuelle une somme fixe de 0,50 fr augmentée de 0,15 fr par 0,5 kw de puissance du compteur et, à titre de frais mensuels d'entretien, un somme fixe de 0,25 fr augmentée de 0,10 fr par 0,5 kw de puissance du compteur.

Toute quantité inférieure à 0,5 kw comptera pour 0,5 kw, sauf pour les compteurs au-dessous de cette puissance pour lesquels les sommes fixes correspondant à la location et à l'entretien seront réduites à 0,25 fr pour la location et 0,10 fr pour l'entretien pour les compteurs de 0,2 kw, et 0,35 fr pour la location et 0,15 fr pour l'entretien pour les compteurs de 0,3 kw.

Au delà de 5 kw ou pour les compteurs d'une tension supérieure à 190 volts, les prix seront débattus de gré à gré.

Lorsque le loyer du compteur aura été payé pendant huit années entières et consécutives, l'abonné n'aura plus à supporter que les frais d'entretien du compteur qui restera la propriété du concessionnaire.

Au début de son abonnement, l'abonné aura la faculté d'acheter au concessionnaire son compteur, ainsi que le tableau le supportant et les appareils accessoires en dépendant, qui lui seront facturés aux prix d'achat majorés de 10 0/0.

Dans ce cas, l'abonné aura à supporter les frais de pose, d'étalonnage et de vérification du compteur, ainsi que les frais mensuels d'entretien indiqués ci-dessus, et ceux résultant des réparations provenant du fait de l'abonné.

Le concessionnaire pourra procéder à la vérification des compteurs aussi souvent qu'il le jugera utile, sans que cette vérification donne lieu à son profit à aucune allocation en sus des frais d'entretien mentionnés à l'article précédent.

L'abonné aura toujours le droit de demander la vérification du compteur, soit par le concessionnaire, soit par un expert désigné d'un commun accord ou, à défaut d'accord, désigné par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique. Les frais de la vérification seront à la charge de l'abonné, si le compteur est reconnu exact ou si le défaut d'exactitude est à son profit; ils seront à la charge du concessionnaire si le défaut d'exactitude est au détriment de l'abonné.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ÉLECTROMÉTALLURGIE

### Une aciérie électrique.

Le *Times Engineering Supplement* apprend que la compagnie « Stobie Steel », de Sheffield, construit une nouvelle aciérie dans laquelle toutes les opérations de fonderie et autres se feront par l'électricité. Ce sera le premier grand établissement de l'espèce consacré exclusivement, en Grande-Bretagne, à la fabrication des outils d'acier, des alliages d'acier, etc. L'usine renfermera d'abord un four de fusion de 15 tonnes à courant triphasé, un four de 5 tonnes à courant diphasé pour aciers spéciaux et un four de 3 quintaux pour la fonte des alliages, tous éta-

blis d'après les plans de M. Victor Stobié. En outre, un four électrique de 2 tonnes pour la fusion de l'acier doit être prochainement construit pour une autre aciérie de Sheffield; enfin, on étudie en ce moment la construction d'un four électrique de 15 tonnes pour une aciérie du nord de l'Angleterre. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE

### Système radiotélégraphique Poulsen.

D'après des informations recueillies par l'*Elektrotechnische Anzeiger*, il semble que le système Marconi est menacé d'une concurrence sérieuse par le système Poulsen, et cela même dans les pays britanniques. En effet, une société anglaise s'est constituée pour exploiter le système Poulsen; la société en question a passé un contrat avec le gouvernement canadien, en vue de la construction immédiate d'une station radiotélégraphique Poulsen au Canada et d'une autre en Irlande. Le gouvernement canadien accorde, pour l'exploitation de ces deux stations, une subvention annuelle de 375 000 fr. D'autre part, les gouvernements de la Nouvelle-Zélande et de l'Australie se sont déclarés prêts à traiter avec l'entreprise Poulsen. On sait qu'aujourd'hui, à la suite d'arrangements passés entre les journaux de Honolulu et l'entreprise Poulsen, cette dernière expédie quotidiennement des dépêches de presse de San-Francisco aux îles Sandwich, soit à une distance de plus de 4000 km. Une fois établie, la communication radiotélégraphique Poulsen entre l'Irlande et le Canada, la Compagnie anglaise précitée aura son capital social porté à 25 millions de francs. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Statistique téléphonique mondiale pour 1911.

La Compagnie « American Telephone and Telegraph » de New-York a fait paraître, le 1er mai 1912, sous le titre *Statistique téléphonique du monde entier*, une importante étude de laquelle nous détachons les chiffres ci-après :

Le nombre des postes d'abonnés au téléphone, pour toute la terre, s'élevait au 1er janvier 1912 à 12 500 000 unités (augmentation survenue en 1911 : 10,5 o/o.) Quant au développement des conducteurs téléphoniques, il avait, à la même date, atteint le chiffre de 47 500 000 km, soit une augmentation de 10 o/o.

Les postes d'abonnés et les lignes ci-dessus se répartissaient comme il suit :

| | Nombre de postes d'abonnés. | Augmentation en 1911 °/₀. | Longueur de lignes Km. | Augmentation en 1911 °/₀. |
|---|---|---|---|---|
| Amérique | 8 866 000 | 11 | 31 065 000 | 10 |
| Europe | 3 239 000 | 9 | 15 232 000 | 8 |
| Asie | 166 000 | 11 | 576 000 | 24 |
| Afrique | 41 000 | 21 | 232 000 | 14 |
| Australie et Océanie | 141 000 | 19 | 496 000 | 36 |

On estime que les communications, en 1911, se sont chiffrées par environ 22 milliards de conversations. On estime en outre que la valeur totale des installations téléphoniques en service s'élève à environ 8 milliards de francs.

Du nombre total des postes d'abonnés mentionnés ci-dessus, 26,3 o/o reviennent à l'Europe et 67,4 o/o aux Etats-Unis. En ce qui concerne les lignes téléphoniques, l'Europe a une part de 32,5 o/o et les Etats-Unis une part de 61,7 o/o.

L'avance des Etats-Unis sur tous les autres pays en matière d'utilisation du téléphone s'est maintenue, en 1911, presque au même niveau que pour les années précédentes. Au point de vue de la densité du réseau téléphonique, les Etats-Unis tiennent également la tête : dans les premiers jours de 1911, ils comptaient un poste d'abonné par 12 habitants, tandis qu'en Europe on ne rencontrait encore qu'un poste d'abonné par 148 habitants.

Des pays d'Europe, ce sont l'Allemagne et la Grande-Bretagne qui possèdent les plus grands réseaux téléphoniques. En Allemagne, le réseau interurbain est particulièrement développé; ce pays possède plus de la moitié des lignes interurbaines se rencontrant en Europe.

En Europe, 55 o/o de tous les postes d'abonnés se trouvent dans les villes de plus de 100 000 habitants, alors que ces mêmes villes ne contiennent que 14 o/o de la population totale. Trois grandes villes européennes, Constantinople, Andrinople et Salonique, ne possédaient encore, au 1er janvier 1911, pour ainsi dire aucune installation téléphonique mise à la disposition du public. Aux Etats-Unis, par contre, 33 o/o seulement de tous les abonnés habitent les grandes villes, lesquelles renferment 26 o/o de la population.

Le tableau suivant compare les plus importantes villes d'Europe aux grands centres américains en ce qui concerne la distribution des téléphones. Au 1er janvier 1911 on rencontrait, par 100 habitants, les postes d'abonnés ci-après :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Stockholm | 19,9 | Vienne | 2,3 |
| Copenhague | 7,0 | St-Pétersbourg | 2,2 |
| Christiania | 6,9 | Los Angeles | 24,0 |
| Berlin | 5,3 | Chicago | 11,0 |
| Hambourg-Altona | 4,7 | Boston | 9,2 |
| Londres | 2,8 | Philadelphie | 8,6 |
| Paris | 2,7 | New-York | 8,3 |

Si l'on évalue la longueur des lignes télégraphiques (y compris les câbles sous-marins et les fils des chemins de fer) à 12 millions de km, il appert que, par tout le globe, on dispose de plus de 55 500 000 km de conducteurs affectés aux communications électriques, dont 22 0/0 affectés à la télégraphie et 78 0/0 à la téléphonie.

Les capitaux engagés dans les installations téléphoniques avaient atteint, au 1er janvier 1911, la somme respectable de 7700 millions de francs; l'augmentation sur l'exercice précédent a été de 10 0/0. Si on fait entrer dans la comparaison la télégraphie également, on obtient les chiffres suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Capitaux engagés dans les installations téléphoniques. . . . | 7 700 | millions de francs | = 60 % |
| — — — télégraphiques. . . . | 2 530 | — | = 27 % |
| — — câbles sous-marins. . . . . . . . | 1 750 | — | = 13 % |
| Total. . . . . . . . | 11 980 | millions de francs | = 100 % |

Les recettes brutes données par l'exploitation téléphonique sont évaluées pour 1909 à 1643 millions de francs, dont 1107 millions de francs (67,4 0/0) reviennent aux États-Unis, 456 millions de francs (27,8 0/0) à l'Europe et 80 millions de francs (4,8 0/0 aux autres pays. La comparaison entre les recettes brutes du télégraphe et celles du téléphone fait ressortir que, dans les pays où la téléphonie est très développée, les revenus provenant de cette dernière sont bien plus élevés que ceux donnés par le télégraphe. La proportion, pour les pays les plus importants d'Europe, est la suivante :

| | Conversat. téléph. | Télégrammes. |
|---|---|---|
| Suède. . . . . . . | 86 | 14 |
| Danemark. . . . . . | 81 | 19 |
| Allemagne. . . . . . | 79 | 21 |
| Luxembourg. . . . . | 79 | 21 |
| Suisse . . . . . . . | 71 | 29 |
| Norvège . . . . . . | 64 | 36 |
| Belgique . . . . . . | 63 | 37 |
| Pays-Bas. . . . . . | 63 | 37 |
| Grande-Bretage . . . | 59 | 41 |
| Autriche-Hongrie. . . | 55 | 45 |

| | Conversat. téléph. | Télégrammes. |
|---|---|---|
| Contre France . . . . | 50 | 50 |
| Italie. . . . . | 39 | 61 |
| Russie . . . . | 30 | 70 |
| Espagne. . . . | 29 | 71 |

Le pays d'Europe présentant les recettes téléphoniques brutes les plus élevées est l'Allemagne (162 500 000 fr), ensuite viennent la Grande-Bretagne avec 115 625 000 fr et la France avec 40 625 000 fr. D'autre part, le pays bénéficiant des recettes télégraphiques brutes les plus élevées est l'Angleterre (80 millions de francs), ensuite viennent la Russie avec 62 500 000 fr, l'Allemagne avec 43 750 000 fr et la France avec 40 625 000 fr.

Une dernière comparaison intéressante, c'est celle des trois moyens principaux de correspondances. En 1909 on a eu :

| | Europe. | | | États-Unis. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Conversations téléphoniques . . . . . | 4 937 | millions ou | 23,9 % | 12 617 | millions ou | 57,8 % |
| Télégrammes. . . . . . . . . . . . | 345 | — | 1,7 % | 98 | — | 0,4 % |
| Lettres . . . . . . . . . . . . . | 15 387 | — | 74,4 % | 8 793 | — | 40,9 % |

Comme on le voit, dans les pays d'Europe, la lettre tient encore le premier rang, tandis qu'aux Etats-Unis elle a dû abandonner la priorité à la conversation téléphonique. — G.

# Nouvelles

## Nominations dans la Légion d'honneur à l'occasion de l'Exposition de Turin.

Nous extrayons de cette liste de nominations faites par décret du Président de la République en date du 1er novembre 1912, les noms des électriciens qui ont été nommés ou promus dans l'ordre de la Légion d'honneur, sur la proposition du Ministre du Commerce :

*Au grade d'officier :*

Brylinski (Théodore-Emile), directeur de la société anonyme le Triphasé à Asnières. Président de la classe 31 à l'exposition de Turin. Président du syndicat professionnel des usines d'électricité à Paris, qui a obtenu un grand prix à l'exposition de Turin. Chevalier du 31 décembre 1896.

Chamon (Emile-Gabriel-Saint-Hubert), administrateur de la compagnie pour la fabrication des compteurs et matériels d'usines à Gaz à Paris. Membre du jury. Hors concours (classe 115) à l'exposition de Turin. Chevalier du 14 août 1900.

Cordier (Gabriel-Charles-Marie), ingénieur, administrateur délégué de l'énergie électrique du littoral méditerranéen. Président de la Chambre syndicale des forces hydrauliques qui a obtenu un grand prix à l'exposition de Turin. Chevalier du 9 mars 1908.

Godfernaux (Raymond-Marie), ingénieur des arts et manufactures à Paris. Secrétaire du groupe VII. Secrétaire de la *Revue générale des chemins de fer*. Membre du comité des travaux publics des colonies; a organisé l'exposition des chemins de fer à Turin et dans les expositions précédentes. Chevalier du 11 décembre 1900.

Labbé (Edmond-Frédéric), inspecteur général de l'enseignement technique, président du jury de la classe 3, spécialement chargé de l'installation matérielle de l'exposition de l'enseignement technique à l'exposition de Turin. Chevalier du 11 octobre 1906.

Legouez (Raynald-Louis-Henri), ingénieur, administrateur de la société parisienne pour l'industrie des chemins de fer à Paris. Membre du Jury. Hors concours à l'Exposition de Turin (classes 28 et 29). Chevalier du 4 janvier 1895.

Pellin (François-Philibert), constructeur d'instruments de précision à Paris. Membres du jury, hors concours (classes 10 et 13) à l'exposition de Turin. Chevalier du 2 avril 1894.

*Au grade de chevalier :*

Barut (Jules), administrateur délégué de la société électro-métallurgique de Marignier. Grand prix obtenu par cette société (classe 107) à l'exposition de Turin; 35 années de pratique industrielle.

Bizet (Simon-Paul), ingénieur, directeur général de la compagnie d'électricité à Paris. Grand prix obtenu par cette compagnie à l'exposition de Turin (classe 30); 26 années de service militaire et de pratique industrielle.

Boucherot (Paul-Marin-Joachin), ingénieur, professeur à l'école supérieure d'électricité à Paris. Président de section au congrès international d'électricité à l'exposition de Turin; 23 ans de pratique professionnelle. Titres exceptionnels : délégué pour la France aux commissions électrotechniques internationales de Londres 1906-1908, Bruxelles 1910, Turin 1911.

Charliat (Alexandre), directeur-fondateur de l'école pratique d'électricité industrielle à Paris. Hors concours. Membre du jury à l'exposition de Turin (classe 2); 31 ans de pratique professionnelle.

Desombre (Paul), ingénieur des arts et manufactures à Paris. Membre du jury. Hors concours (classe 21) à l'exposition de Roubaix; 24 ans de services. Titres exceptionnels : a introduit en France l'industrie de la turbine à vapeur et a contribué au développement de l'industrie électrique.

Eschwege (Paul), ingénieur-directeur de la société d'éclairage et de force motrice par l'électricité à Paris. Président de la classe 28. Grand prix obtenu par cette société (classes 28 et 29) à l'exposition de Turin; 28 ans de pratique industrielle.

Guinier (Edouard-Edmond), ingénieur-électricien à Paris. Grand prix (classe 30) à l'exposition de Turin; 25 ans de pratique industrielle.

Janicot (François-Xavier), ingénieur civil des mines. Vice-président de la société du Nord-Sud à Paris. Membre du jury à l'exposition de Turin (classes 39 et 40); 34 ans de pratique industrielle.

Loucheur (Louis-Albert), ingénieur à Paris. Hors concours. Membre du jury de la classe 21 à l'exposition de Roubaix; 20 ans de pratique professionnelle. Titres exceptionnels : a contribué au développement de l'industrie française en Orient.

Richemond (Philippe-Emile-Marie), ingénieur à Paris. Deux grands prix (classes 21 et 22) obtenus par la société des anciens établissements Weyher et Richemont à l'exposition de Turin; 23 ans de pratique industrielle : attaché au commissariat général du gouvernement français à l'exposition de Turin. Services exceptionnels rendus en cette qualité.

Tisserand (Antoine-Jean-Baptiste), directeur commercial de la société des établissements Delaunay-Belleville. 3 grands prix (classes 20, 42, 114) obtenus par la société des établissements Delaunay-Belleville à l'exposition de Turin; 30 ans de pratique commerciale.

Zetter (Charles), directeur de l'appareillage électrique Grivolas à Paris. Membre du jury à l'exposition de Turin. Grand prix obtenu par l'appareillage Grivolas (classe 21) à l'exposition de Roubaix; 34 ans de pratique industrielle.

*
* *

## Réseaux de tramways départementaux de Seine-et-Marne.

Le Conseil général a voté la construction des lignes suivantes :

Coulommiers (6891 hab.) à la Ferté-sous-Jouarre (4841 hab.).

Melun (13 908 hab.) à Nangis (3180 hab.).

Jouy-le-Châtel (1507 hab.) à Provins (8664 hab.).

Coulommiers à la vallée de l'Aubetin.

Beaumont-du-Gâtinais (1322 hab.) à Château-Landon (2643 hab.).

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Conférence Internationale de l'heure.

PROGRAMME, RÉSULTATS, INSTRUMENTS EXPOSÉS

Comme l'a dit M. Lallemand dans son projet d'organisation d'un service international de l'heure, présenté au nom du Bureau des longitudes :

« En adhérant, par la loi du 9 mars 1911, au système de fuseaux horaires, la France a fait disparaître l'un des derniers obstacles à l'*unification de l'heure.* »

On sait que le globe terrestre a été divisé par des méridiens en 24 fuseaux horaires égaux, ayant chacun 1 heure d'étendue (1).

Tous les points d'un fuseau ont, à tout instant, la même heure que celle du méridien central de ce fuseau. L'heure d'un fuseau quelconque est en avance exactement de 1 heure sur celle du fuseau immédiatement voisin situé à l'ouest et retarde exactement de 1 heure sur celle du fuseau voisin situé à l'est. Grâce à cette division conventionnelle, les communications générales internationales ont été très simplifiées puisque les heures des divers pays ne diffèrent que d'un nombre exact d'heures. On a choisi pour origine de l'heure celle du méridien passant par Greenwich, en Angleterre. Le fuseau horaire correspondant comprend, en Europe : l'Angleterre, la France et l'Espagne; c'est le fuseau de l'Europe occidentale.

Le fuseau situé immédiatement à l'est est en avance de 1 heure sur le précédent et se nomme fuseau de l'Europe centrale; il comprend la majeure partie de la Suède, de la Norvège, l'Allemagne, l'Italie, l'Autriche.

Le fuseau de l'Europe orientale avance de 2 heures sur le fuseau de Greenwich et comprend la Russie, la Turquie et l'Asie mineure.

Le fuseau contenant New-York, par exemple, retarde de 5 heures sur celui de Greenwich.

La France n'a adhéré que l'an dernier à ce système si rationnel; il faut chercher la raison de ce retard dans l'abandon du méridien de Paris, considéré jusqu'ici chez nous comme méridien initial.

Le 10 mars 1911, à midi, l'observatoire de Paris retardait sa pendule directrice de 9 minutes 21 secondes et celle-ci marquait alors exactement l'heure de Greenwich. La loi du 9 mars 1911 avait ordonné cette modification, bien entendu; elle a été étendue à tout le pays et mise en vigueur aussitôt.

Comme suite à ces décisions, et pour s'occuper des améliorations dont sont susceptibles les déterminations de *l'heure origine* ainsi que sa distribution dans le monde entier, par les procédés les plus exacts et les plus rapides, il était nécessaire de réunir en une conférence les délégués des divers pays ayant adhéré au système de l'heure universelle. A cet effet, une conférence internationale de l'heure vient d'avoir lieu à Paris, sous les auspices du Bureau des longitudes. Les séances, présidées par M. Bigourdan, astronome, se tenaient à l'observatoire du 15 au 23 octobre. Elles ont été suivies très activement par 65 délégués représentant les gouvernements ci-après :

Allemagne, Autriche, Belgique, Brésil, Espagne, Etats-Unis, Grande-Bretagne, Grèce, Italie, Monaco, Pays-Bas, Portugal, Russie, Suède, Suisse et la France.

En outre, 65 invités, choisis parmi les savants et les industriels français, participaient aux travaux des commissions et sous-commissions de la conférence internationale.

Voici quel était le programme des questions étudiées par ces commissions :

1re Commission. — *Détermination astronomique de l'heure ou de la correction d'un garde-temps.*

*a)* Méthode des passages. Méthode des hauteurs égales. Enregistrements divers.

*b)* Emploi de la méthode de « l'œil et de l'oreille ».

*c)* Causes d'erreurs dans les divers cas et moyens de les réduire.

*d)* Précision aujourd'hui atteinte. Précision à rechercher.

*Conservation de l'heure.*

*a)* Modèles divers de pendules et de chronomètres.

*b)* Leur comparaison dans le même observatoire.

*c)* Détermination de la correction la plus probable de la pendule directrice.

2e Commission. — *Transmission radiotélégraphique de l'heure.*

Méthode à employer suivant le degré de préci-

(1) Le principe de cette division a été posé et adopté au Congrès de Washington en 1884.

sion désiré. Envoi direct de l'heure d'un garde-temps. Envoi indirect de l'heure par l'intermédiaire de signaux rythmés permettant d'appliquer la méthode des coïncidences.

*Appareils radiotélégraphiques à employer pour l'émission et la réception des signaux horaires.*

Modèles divers. Leur mise en œuvre. Portées.

3e Commission. — *Degré de précision que doivent atteindre les signaux horaires pour les diverses applications.*

*a*) Astronomie et géodésie.

*b*) Navigation.

*c*) Météorologie. Sismographie et applications scientifiques diverses.

*d*) Chemins de fer, administrations publiques, horlogers et particuliers.

4e Commission. — *Collaboration des divers centres astronomiques pour assurer au mieux la connaissance de l'heure. Choix des centres. Etude de l'organisation générale à prévoir tant pour la transmission que pour la réception des signaux horaires, de manière à donner satisfaction à tous les besoins.*

*Radiotélégrammes météorologiques internationaux.*

Ce vaste programme suffit à montrer combien sont devenues importantes les questions se rattachant à l'unification de l'heure dans les pays civilisés et à sa transmission par la radiotélégraphie. Les progrès ont été certes très rapides, ces dernières années, mais il reste encore beaucoup à faire et il n'est pas permis aux électriciens de se tenir en dehors de ce grand mouvement de collaboration étroite entre savants et industriels. Concernant les résultats des travaux de la conférence internationale de l'heure, nous nous bornerons à indiquer les vœux présentés par les Commissions et approuvés par la réunion plénière du 23 octobre.

Ces vœux seront pris en considération et étudiés par les gouvernements adhérents. Leur réalisation, qu'il faut espérer rapide, dépendra donc d'une entente internationale.

Vœux approuvés en séance plénière :

1re *Commission.*

Les résultats fournis par les différentes méthodes et les divers instruments en usage pour la détermination et la conservation de l'heure seront transmis au *Centre* à créer pour la discussion astronomique et géodésique de toutes les questions relatives à l'heure.

2e *Commission.*

1° Les observatoires et les administrations intéressées mettront à l'étude l'organisation de l'enregistrement automatique des signaux horaires.

2° Il est à désirer qu'en chaque point du globe, on puisse toujours recevoir un signal horaire de jour, le nombre total des signaux perceptibles ne dépassant pas, en principe, 4 par 24 heures.

3° L'étude et la répartition définitive des centres d'émissions horaires seront confiées à la Commission internationale de l'heure.

La liste ci-après indique les stations qui seront vraisemblablement en état, au 1er juillet 1913, de jouer le rôle de centre d'émissions horaires et les heures auxquelles devront être faites ces émissions :

| | Heures de Greenwich. |
|---|---|
| Paris. . . . . . . . . . . | 0 h. |
| Brésil (San Fernando). . . . | 2 — |
| Etats-Unis (Harlington). . . | 3 — |
| Mogadiscio (Somali). . . . | 4 — |
| Tombouctou. . . . . . . . | 6 — |
| Paris. . . . . . . . . . . | 10 — |
| Norddeich. . . . . . . . . | 12 — |
| Brésil (San Fernando). . . . | 16 — |
| Etats-Unis (Harlington). . . | 17 — |
| Massouah (Erythrée). . . . | 18 — |
| Norddeich. . . . . . . . . | 22 — |

Toute station horaire autre que les précédentes qui viendraient à être créée ne pourra faire, en principe, ses émissions, qu'à des heures (de Greenwich), rondes différentes des heures ci-dessus.

4° La Commission internationale de l'Heure sera chargée de régler les émissions des signaux spéciaux destinés aux besoins scientifiques et notamment de ceux qui ont pour objet de réaliser l'unification pratique de l'heure.

5° Les signaux horaires ordinaires seront uniformément produits conformément au schéma de la fig. 165 (1) :

(1) Ces signaux seront donc pour tous les centres d'émission :

*Minute 57.* — Le signal X (— . . —) répété 13 fois de 0 seconde à 50 secondes. Silence de 50 à 55 secondes, Emission des 3 traits — — — de 55 à 60 secondes. La fin du troisième trait marque le top de la 60e seconde ou la minute 58 exactement.

*Minute 58.* — Le signal N (— .) répété 5 fois, à partir de la 8e seconde et environ toutes les 10 secondes jusqu'à 50 secondes. De 50 à 55 secondes, silence. Emission de 3 traits — — — de 55 à 60 secondes. La fin du 3e trait marque le top de la 60e seconde ou la minute 59 exactement.

*Minute 59.* — Le signal G (— — .) répété 5 fois à partir de la 6e seconde et environ toutes les 10 secondes jusqu'à 50 secondes. De 50 à 55 secondes, silence. Emission de 3 traits — — —, de 55 à 60 secondes. La fin du

6° Les centres d'émission horaires feront usage d'une longueur d'onde uniforme d'environ 2500 m. Lorsqu'ils emploieront des émissions musicales, la tonalité de celles-ci devra être choisie de manière que la réception soit soustraite autant que possible aux perturbations de toute nature.

3e *Commission.*

1° En ce qui concerne l'exactitude désirable pour l'astronomie et la géodésie, les signaux radiotélégraphiques d'usage scientifique doivent atteindre le plus haut degré de précision possible.

2° On doit considérer les signaux horaires ordinaires actuels comme assez précis pour les besoins présents de la navigation.

3° Pour la météorologie, le magnétisme terrestre et la sismographie, l'approximation de la demi-seconde est actuellement suffisante. Si des modifications devaient, dans l'avenir, être apportées au régime actuel, il est désirable que l'approximation de la demi-seconde et même du quart de seconde soit assurée et que le système des signaux horaires soit assez simple pour que ces signaux puissent être reçus par des observateurs même peu expérimentés.

4° Pour les besoins des chemins de fer et des services publics, les signaux actuels doivent être considérés comme assez précis.

4e *Commission.*

A). — *Création d'une Commission internationale de l'heure.*

1° Il est utile de chercher à réaliser l'unification de l'heure, par l'envoi de signaux radiotélégraphiques, qu'il s'agisse de signaux ordinaires ou de signaux scientifiques.

2° L'heure universelle sera celle de Greenwich

3° Il sera utile de créer une *Commission internationale de l'heure,* dans laquelle chacun des États adhérents sera représenté par des délégués.

4° Il sera utile de créer, sous l'autorité de la *Commission internationale de l'heure,* un organe exécutif : *Bureau international de l'heure,* dont le siège sera *Paris.*

5° Pour les *signaux ordinaires,* les résultats des déterminations de l'heure seront transmis à ce *Bureau* par les centres nationaux qui centraliseront eux-mêmes les déterminations faites par les observatoires de leur pays et en déduiront l'heure la plus exacte.

6° Pour les *signaux scientifiques,* la mission du *Bureau* sera de centraliser les déterminations de l'heure faites dans les observatoires associés et d'en déduire l'heure la plus exacte.

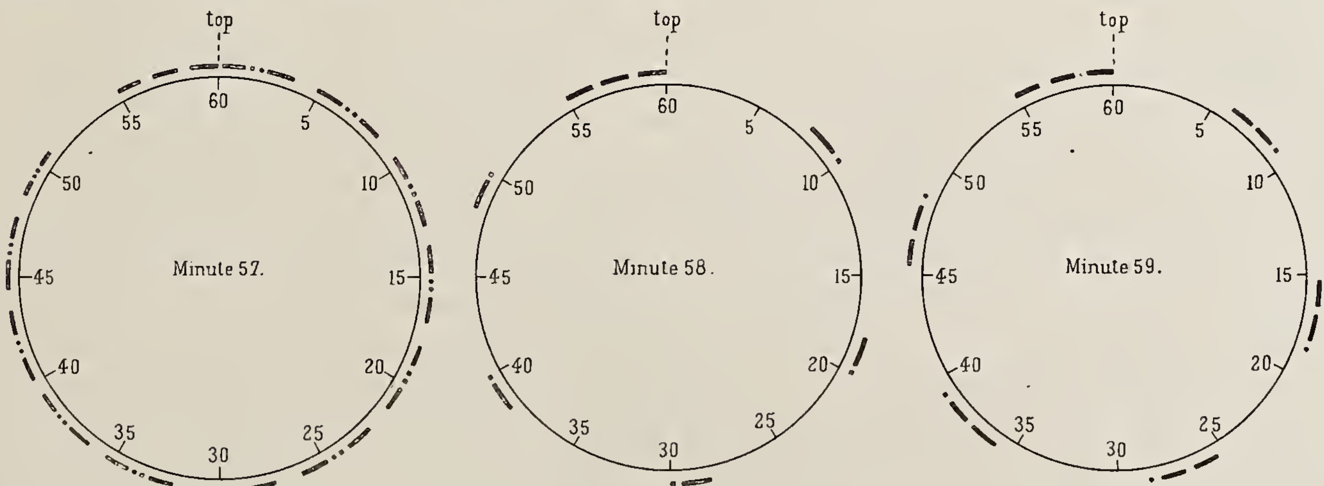



Fig. 165.

7° *Le Bureau international de l'heure* communiquera les résultats des comparaisons qui ne seraient pas promptement publiés au *Bureau central de l'Association géodésique internationale,* à Potsdam, auquel on demandera d'en entreprendre la discussion approfondie. Ces résultats seront également communiqués aux autres associations officielles internationales qui les demanderaient.

8° En attendant que les circonstances permettent la réalisation de ce programme, une commission provisoire, nommée par la conférence, pourrait organiser, à titre d'essai, la coopération dont il s'agit, et étudier les améliorations de toute nature à apporter à ce projet, avant de le soumettre officiellement à l'approbation des gouvernements.

B). — *Communication à l'Association internationale des Académies.*

La conférence prie l'Académie des sciences de Paris de vouloir bien soumettre à l'Association internationale des académies, en l'appuyant, le

---

3e trait marque le top de la minute 60, c'est-à-dire l'heure juste.

Durée des signaux : trait = 1 seconde; point = 1/4 seconde; intervalle = 1 seconde.

projet de création d'une *commission internationale de l'heure,* conformément au vœu émis par cette association internationale réunie à Londres en 1904.

C). — *Météorologie.*

*Les questions relatives aux rapports de la météorologie avec la radiotélégraphie sont de trois sortes :*

1° Transmission par une ou plusieurs stations radiotélégraphiques de renseignements météorologiques destinés à des stations éloignées sur terre ou sur mer;

2° Réception par une ou plusieurs stations radiotélégraphiques et transmission aux services météorologiques centraux d'observations provenant de stations éloignées, sur terre et sur mer;

3° Etude des phénomènes météorologiques qui peuvent influer sur les transmissions radiotélégraphiques,

Ces questions sont trop complexes pour être discutées immédiatement. Il est donc désirable que l'étude en soit confiée d'abord à une commission composée notamment de météorologistes et de directeurs de stations radiotélégraphiques. Cette commission présenterait son rapport à la prochaine réunion du comité météorologique international.

*En attendant, on recommande :*

1° Que le nombre des stations météorologiques dont les observations sont données dans les dépêches de la Tour Eiffel, soit augmenté dans la mesure du possible;

2° Que le poste radiotélégraphique en construction à Bruxelles apporte une large collaboration à l'étude des perturbations radiotélégraphiques produites par les agents atmosphériques.

D). — *Navigation.*

1° Il est à désirer que tous les navires, à voiles et à vapeur, soient prochainement pourvus d'appareils pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques;

2° La Conférence prend acte des communications échangées entre les délégués des Etats-Unis d'Amérique et de la Grande-Bretagne, au sujet des renseignements à transmettre par voie radiotélégraphique sur les *icebergs* et autres *dangers de la navigation.* Elle apprécie hautement l'accord intervenu entre ces délégués à ce propos, dans l'intérêt de la navigation mondiale.

E). — *Etude scientifique des ondes hertziennes.*

La Conférence prend acte de la constitution d'un Comité provisoire ayant pour but l'organisation de l'étude scientifique des ondes hertziennes dans leurs rapports avec les milieux ambiants.

Elle adresse des félicitations à M. Goldschmidt qui veut bien mettre sa station de télégraphie sans fil de grande puissance à Bruxelles, à la disposition de ce Comité en même temps qu'une somme de 25 000 fr pour subvenir aux frais des premières études.

La Conférence émet le vœu de voir les pouvoirs publics protéger ce genre de recherches dont les résultats promettent d'être d'une importance capitale non seulement aux points de vue de la théorie pure et de la météorologie, mais aussi à celui du développement de la T. S. F.

Elle estime désirable que la station de T. S. F. de Bruxelles, bien que créée pour le service public, puisse néanmoins contribuer dans l'avenir à ces recherches scientifiques internationales.

La Conférence internationale a enfin adopté le vœu complémentaire suivant, présenté par l'Administration des Postes et des télégraphes :

Les administrations télégraphiques devront s'efforcer de constituer des centres horaires où l'heure sera reçue et conservée par les moyens les plus précis.

Les administrations télégraphiques devront étudier et employer les moyens que la technique suggérera en vue de transmettre l'heure aux particuliers, soit par des signaux généraux à heure fixe, soit par des signaux particuliers envoyés à la demande des intéressés.

En vue de favoriser le développement de ces procédés, les administrations télégraphiques devront se communiquer les moyens employés par chacune d'elles.

Ainsi, bien que la France ait été parmi les dernières à accepter l'heure universelle, c'est Paris qui a été désigné pour être le siège permanent du Bureau international de l'heure, comme on a jadis choisi le Pavillon de Breteuil, près de Sèvres, pour le Bureau international des poids et mesures.

Lorsqu'il s'agira un jour de créer un Bureau international des unités électriques, il faut souhaiter que Paris soit encore préféré.

M. ALIAMET.

*(A suivre).*

# Freinage à air comprimé, direct et automatique, pour service de traction électrique.

(SYSTÈME CHRISTENSEN-ALLIS-CHALMEAS)

Les freins à air comprimé sont beaucoup employés à présent dans la traction électrique à raison de leurs garanties de sécurité, du gain de temps qu'ils permettent de réaliser, etc.

L'expérience a fait voir que pour les services relativement rapides et à arrêts rapprochés, leur emploi procure une économie de 10 à 15 0/0 dans les dépenses d'énergie électrique, par le seul fait que le conducteur, assuré de pouvoir arrêter instantanément son véhicule, n'est plus amené à marcher avec les sabots déjà légèrement appliqués sur les roues.

Tout équipement de freinage à air comprimé se compose ordinairement des constituants suivants:

Un compresseur fournissant l'air pour le freinage.

Un moteur électrique actionnant ce compresseur.

Un réservoir principal muni d'un régulateur automatique mettant le moteur électrique en circuit lorsque la pression dans le réservoir tombe à une valeur déterminée ou coupant le circuit automatiquement lorsque la pression voulue est rétablie.

Un robinet de manœuvre avec un manomètre.

Les cylindres de freinage avec le mécanisme de transmission entre les pistons et les sabots; ces pistons sont munis d'une tige à coulisse permettant de freiner à la main sans déplacer les pistons.

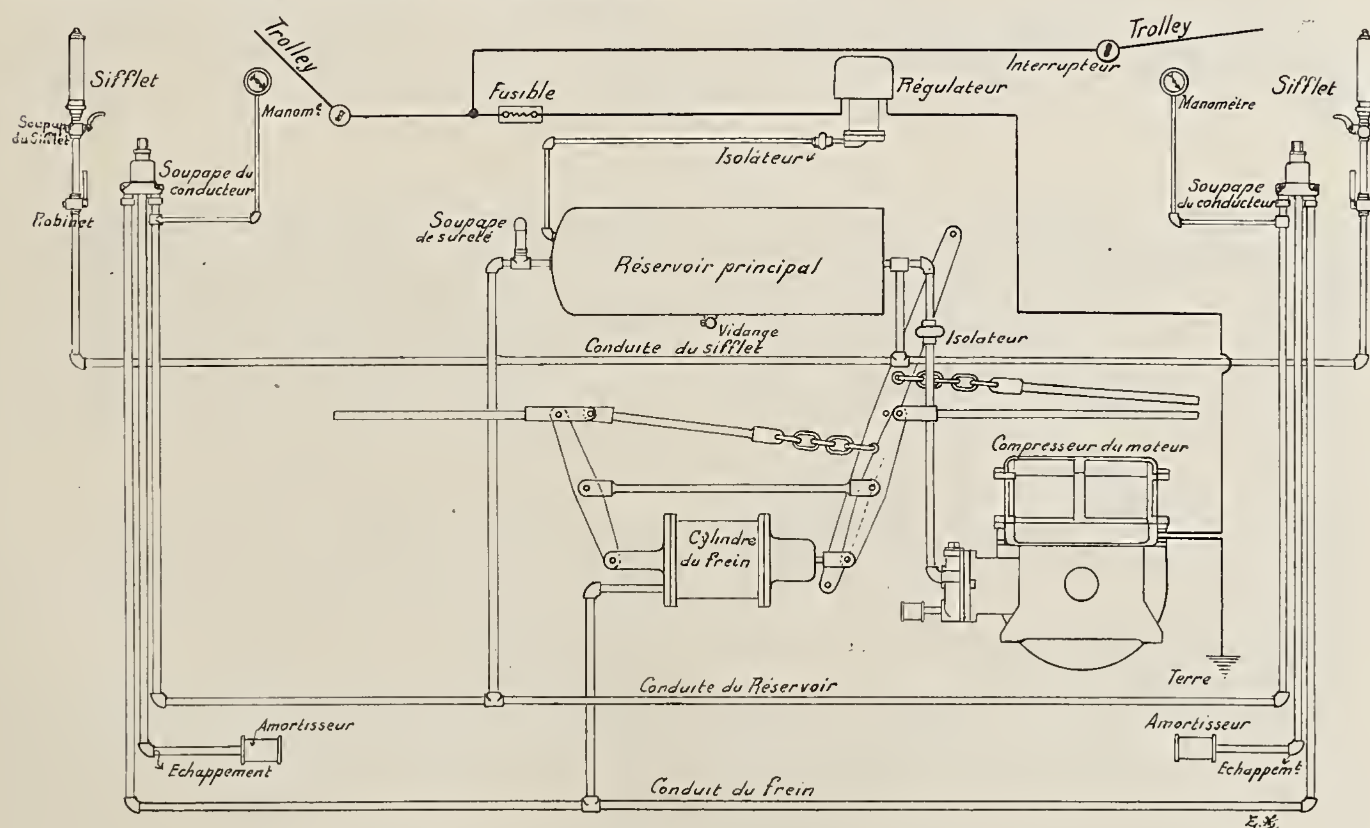



Fig. 166.

Les canalisations principales, allant du réservoir au robinet de commande, et générale, partant du robinet et se prolongeant d'un bout à l'autre du convoi.

Le système peut être appliqué de plusieurs façons, selon qu'il s'agit :

1° D'un service assuré par automotrices isolées;

2° D'un service par trains de deux ou trois véhicules, une automotrice et une ou deux remorques;

3° D'un service par train composé de plusieurs automotrices et de plusieurs remorques;

4° D'un service par trains remorqués par une locomotive.

### 1° Frein a air comprimé direct.

Le freinage à air comprimé direct s'emploie pour la première catégorie de service.

Les appareils sont montés de la façon indiquée sur la figure 166.

Le freinage est obtenu en envoyant l'air com-

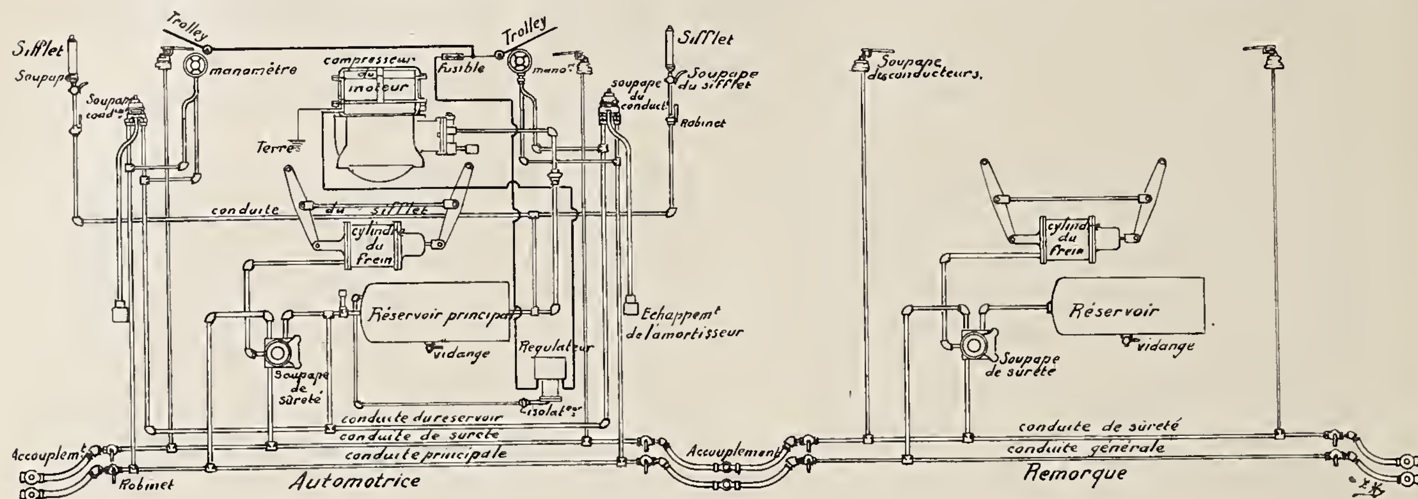



Fig. 167.

primé du réservoir dans les cylindres au moyen de la soupape de commande qui permet de procéder à cette opération soit lentement, pour le freinage normal, soit brusquement pour le freinage rapide, en cas d'urgence.

Pour les services où il arrive que l'on adjoigne à l'automotrice une ou deux remorques, il est bon d'employer un système de freinage à air comprimé direct modifié de façon que le freinage soit produit automatiquement s'il se produit une rupture d'attelage.

Le résultat requis est obtenu avec la disposition représentée figure 167.

Une conduite auxiliaire est établie sur les véhicules, qui sont tous munis d'une soupape de sûreté, et cette soupape, formée d'un piston équilibré par la pression dans la conduite auxiliaire

Le robinet de commande consiste en un robinet duplex à quatre voies; il permet de freiner normalement l'automotrice dans les conditions ordinaires, et de produire le freinage automatique rapide sur tous les véhicules en cas d'urgence, en mettant la conduite auxiliaire ou de sûreté en communication avec l'atmosphère extérieure.

Le freinage rapide ne doit être employé qu'en cas de nécessité, parce qu'il peut occasionner des retards dans la mise en marche.

### 2° Système automatique.

Pour la seconde catégorie d'applications, on emploie préférablement le montage que montre la figure 169.

La soupape du conducteur est une soupape automatique à quatre voies; lorsqu'elle est placée dans la position de dégagement des freins, elle établit une communication entre une conduite alimentaire et la conduite du frein; la pression

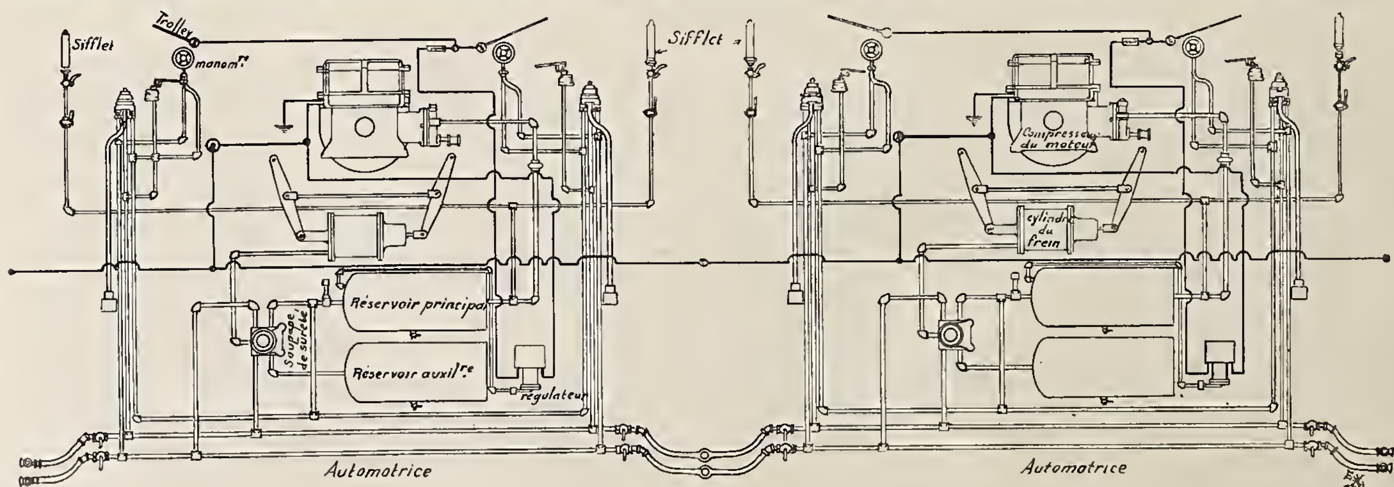



Fig. 168.

et dans les réservoirs principaux, cesse de l'être quand la conduite de sûreté est interrompue; elle met alors les réservoirs en relation avec les cylindres de frein.

Une autre variante est représentée figure 168.

dans la conduite alimentaire est constante; le freinage est obtenu en réduisant la pression dans la conduite de frein.

La soupape de sûreté est une soupape triple, permettant de recharger rapidement le réservoir

auxiliaire et de produire ainsi des freinages successifs rapprochés; l'échappement en est relié au robinet de manœuvre et il est ainsi possible de débloquer graduellement.

limite déterminée et maintenir la pression au-dessus de la soupape de commande constante et égale à celle de la conduite de frein.

La soupape de sûreté est disposée pour assurer

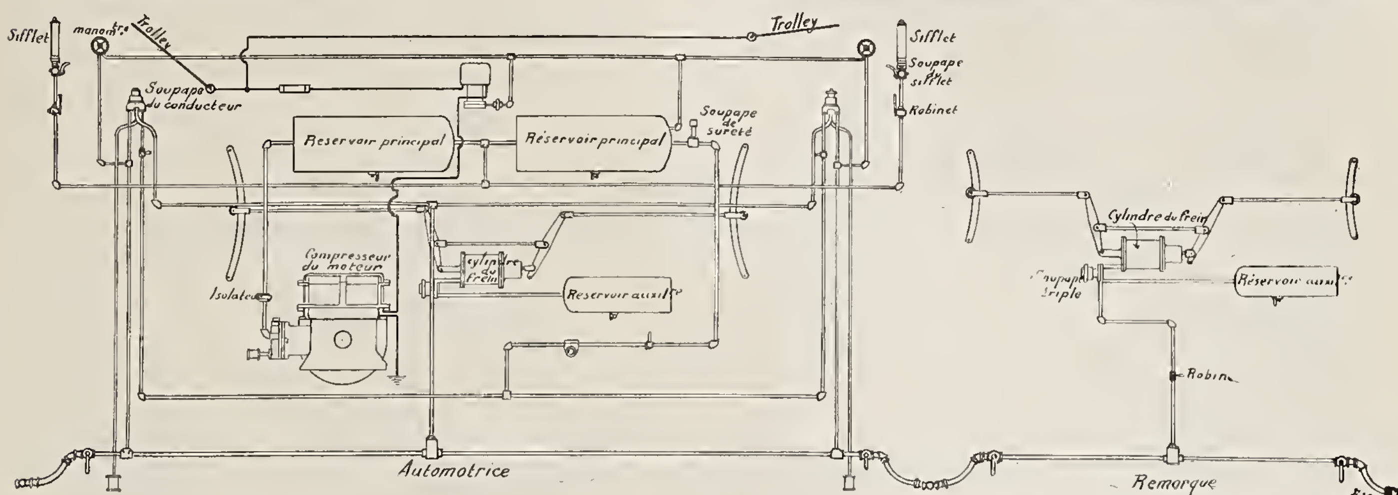



Fig. 169.

Le premier déplacement de déblocage permet à l'air des cylindres de freinage de s'échapper, mais la pression peut être maintenue dans les cylindres de l'automotrice en plaçant la soupape de commande dans la position voulue.

le chargement rapide du réservoir auxiliaire, de manière que le nombre de freinages pouvant être réalisés successivement ne soit limité que par la capacité du compresseur.

La conduite entre le réservoir principal et le

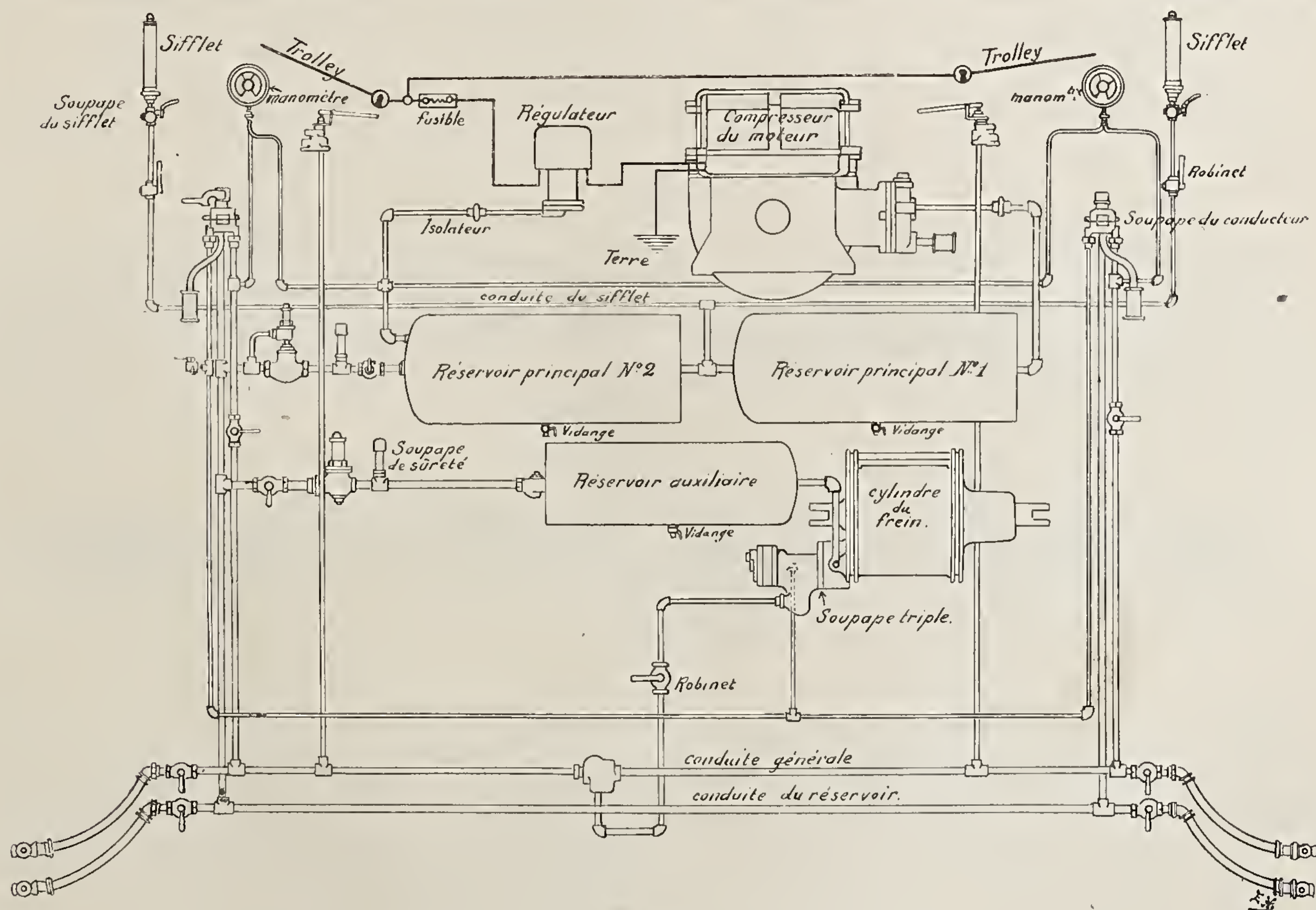



Fig. 170.

3° Système automatique perfectionné.

Ce système est représenté figure 170.

Une soupape de contrôle est insérée sur la conduite de service, entre le réservoir principal et la soupape de commande, pour isoler le réservoir principal une fois que la pression dépasse une

réservoir auxiliaire est munie d'une soupape qui empêche le retour de l'air comprimé de celui-ci vers celui-là, mais une soupape réductrice assure le maintien dans le réservoir auxiliaire d'une pression minimum déterminée.

Sur chaque véhicule, une conduite de retenue

permet au conducteur de maintenir sous pression les cylindres de freinage; cette opération ne se fait que sur la voiture de tête, au moyen d'un robinet d'échappement placé à côté du robinet de commande; sur les autres automotrices, les robinets d'échappement doivent être ouverts.

La partie caractéristique est le robinet de commande, qui, dans la position où il réduit la pression dans la conduite générale, relie au contraire au réservoir principal les cylindres de freinage de la locomotive.

Il suffit de fermer le robinet de la conduite pour pouvoir employer l'équipement de la locomotive pour le freinage direct pur et simple.

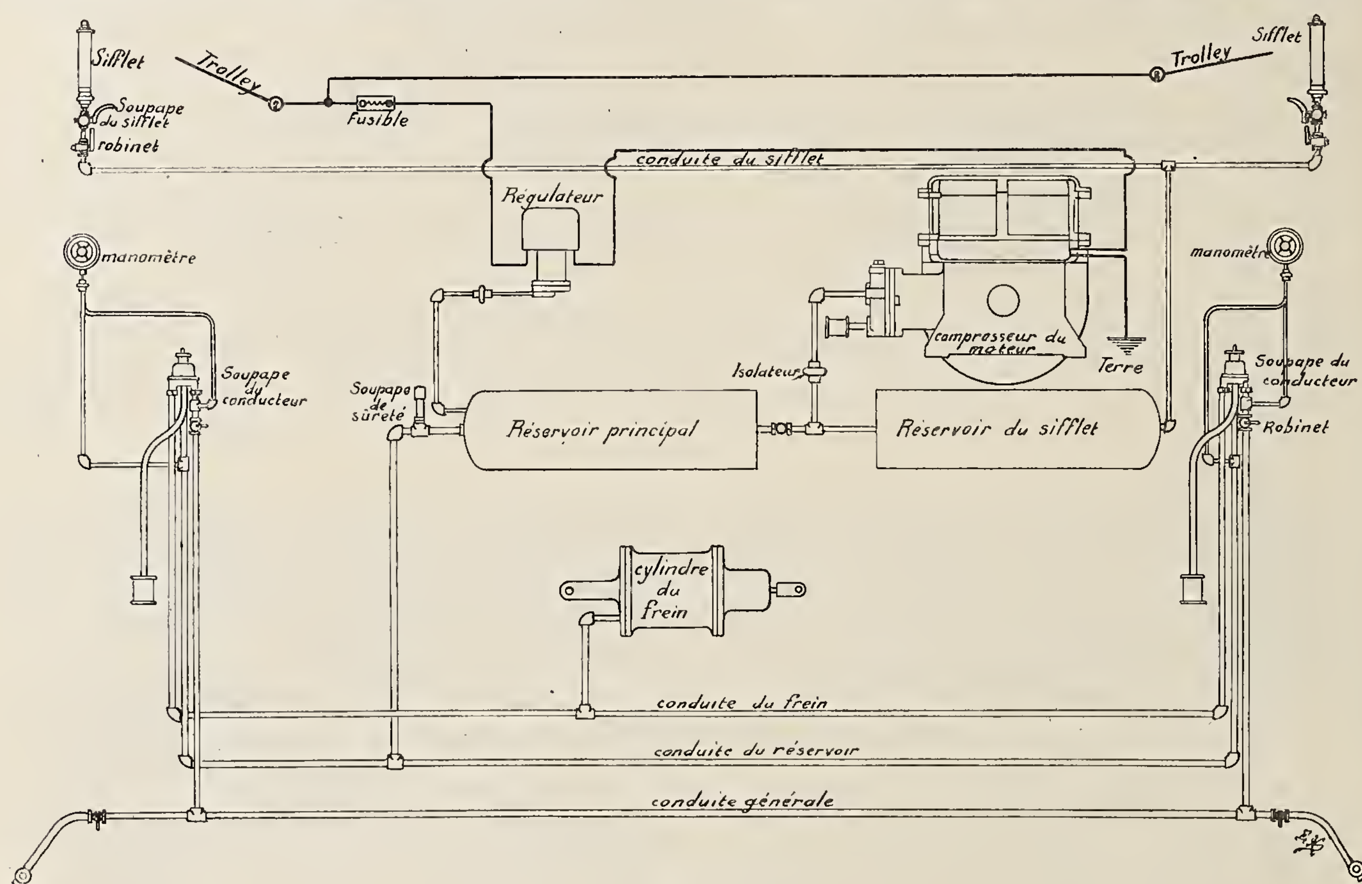



Fig. 171.

4° Equipement pour locomotive électrique.

Le freinage se fait au moyen du système direct sur la locomotive, et l'installation fournit l'air comprimé pour les freins automatiques de toutes les remorques (fig. 171).

On peut maintenir les freins de la locomotive serrés, tout en débloquant ceux des voitures remorquées.

H. M.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite)* (1).

**Récepteurs répartis le long d'un câble alimenté par une de ses extrémités.** — A$a_n$ et B$b_n$ (fig. 172) représentent les deux conducteurs en relation à leur extrémité AB avec une source à tension constante $U$. Des récepteurs 1, 2, 3..., $h$... $n$ demandant des courants $i_1$, $i_2$, $i_3$... $i_h$... $i_n$, sont branchés en des points $a_1$, $b_1$, $a_2$, $b_2$.. $a_h$, $b_h$.., $a_n$, $b_n$ Le problème consiste à déterminer la tension résultant, soit à l'extrémité du câble, soit en un point quelconque.

Nous en avons déjà indiqué la solution à propos des distributions en boucle quand nous avons pris ce dispositif pour terme de comparaison.

Désignons par $U_1$, $U_2$, $U_3$... $U_h$... $U_n$ les tensions successives existant entre les points $a$ et $b_1$, $a_2$ et $b_2$, $a_3$ et $b_3$..., $a_h$ et $b_h$..., $a_n$ et $b_n$, du fait de la cir-

(1) Voir l'*Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, page 84, n° 1129, 17 août, p. 103 n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133, 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197, n° 1136, 5 octobre, p. 214, n° 1137, 12 octobre, p. 229, n° 1138, 19 octobre, p. 247, n° 1139, 26 octobre, p. 262, n° 1141, 9 novembre, p. 290 et n° 1142, 16 novembre, p. 313.

culation, dans le système, des courants indiqués.

Nous aurons successivement, par application de la formule (14) $u = 0{,}036\, L\,\Delta$ :

$$\left.\begin{array}{l} U_1 = U \quad - 0{,}036\, l \cdot \Delta \\ U_2 = U_1 \quad - 0{,}036\, l_1 \quad \Delta_1 \\ U_3 = U_2 \quad - 0{,}036\, l_2 \quad \Delta_2 \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ U=_h U_{h_1 - 1} - 0{,}036\, l_{h_1 - 1}\, \Delta_{h_1 - 1} \\ U_n = U_{n-1} - 0{,}036\, l_{n-1}\, \Delta_{n-1} \end{array}\right\} \quad (94)$$

Si nous ajoutons membre à membre toutes ces équations, nous voyons que les termes $U_1$, $U_2$, $U_3$... $U_h$... $U_{n-1}$, qui vont figurer au premier membre, se trouveront au second membre avec le même signe. Ces termes se détruisent donc et on peut les supprimer. Seuls $U_n$ et $U$ subsistent l'un au premier, l'autre au second membre. Dans tous les autres termes on peut mettre en facteur commun le coefficient numérique, de sorte qu'on obtient :

$$U_n = U - 0{,}036$$
$$(l\,\Delta + l_1\,\Delta_1 + l_2\,\Delta_2 + \dots + l_{n-1}\,\Delta_{n-1}) \quad (95)$$

Si on désigne par $u_n$ la chute de tension entre l'origine AB de la canalisation et le récepteur $n$, on déduit de (95) :

$$u_n = U - U_n = 0{,}036$$
$$(l\,\Delta + l_1\,\Delta_1 + l_2\,\Delta_2 + \dots + l_{n-1}\,\Delta_{n-1}) \quad (96)$$

C'est sous cette dernière forme que nous allons poursuivre l'étude de ce cas particulier. La formule (96) montre que pour calculer $u_n$ il faut connaître les densités de courant successives; les longueurs $l$, $l_1$, $l_2$..., sont généralement connues.

Le plus souvent, dans ces problèmes, on cherche à déterminer la canalisation de façon que $u_n$ reste inférieur à un nombre donné. C'est donc $u_n$ qui est donné et ce sont les valeurs $\Delta$, $\Delta_1$, $\Delta_2$..., etc., qui sont les inconnues.

Il y a une hypothèse dans laquelle le calcul est très simple : si tous les $\Delta$ sont égaux, la formule (96) devient :

$$u_n = 0{,}036\, \Delta\, (l + l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1}) \quad (97)$$

On ne rencontre généralement pas ce cas dans la pratique, parce que l'égalité des densités de courant dans tous les tronçons obligerait à changer la section après chaque récepteur. Aussi n'y a-t-il pas lieu d'entrer dans cette discussion.

Il arrive au contraire fréquemment que les conducteurs conservent de la région AB à la région $a_n$, $b_n$, une section uniforme qu'il s'agit alors de déterminer le plus avantageusement possible. Quand la section est ainsi constante, les densités de courant sont nécessairement différentes en amont et en aval d'un récepteur quelconque. Mais elles sont proportionnelles aux courants circulant dans ces portions du circuit, le coefficient de proportionnalité étant précisément la section uniforme $s$, en vertu de la relation générale :

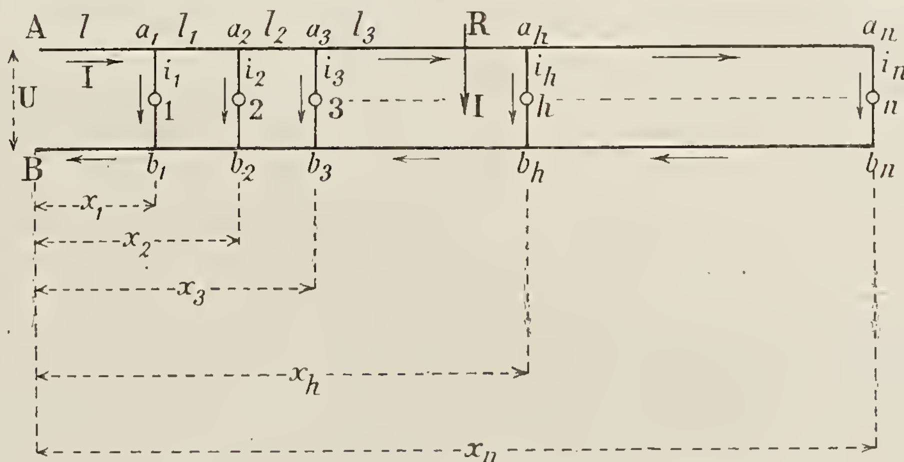



Fig. 174.

$$\Delta = \frac{I}{s}$$

On pourrait donc, remplaçant tous les $\Delta$ par leurs valeurs en fonction des courants, mettre $s$ ou plutôt $\frac{1}{s}$, en facteur commun et n'avoir plus dans la parenthèse qu'une fonction linéaire des courants dans les divers récepteurs.

$$\left.\begin{array}{l} \Delta = \dfrac{i_1 + i_2 + \dots + i^n}{s} \\ \Delta_1 = \dfrac{i_2 + i_3 + \dots + i_n}{s} \\ \dots\dots\dots\dots\dots \\ \Delta_n = \dfrac{i_n}{s} \end{array}\right\} \quad (98)$$

de sorte que la formule (96) s'écrirait

$$u_n = \frac{0{,}036}{s}$$
$$\Big[ l\,(i_1 + i_2 + \dots + i_n) + l_1\,(i_2 + i_3 + \dots + i_n) + l_2\,(i_3 + i_4 + \dots + i_n) + \dots + l_{n-1}\, i^n \Big] \quad (99)$$

Toutes les quantités figurant au second membre sont connues par hypothèse. Si $u_n$ est fixé à l'avance, $s$ est complètement déterminé. Si, au contraire, on est libre du choix de $u_n$, (99) doit être considéré simplement comme une fonction des deux variables $u_n$ et $s$; $u_n$ est fonction de $s$. Pour déterminer complètement ces deux quantités, on peut alors recourir, par la méthode que nous avons exposée en détail, à la règle de Kelvin. Cette règle donne la valeur de $s$, d'où résulte ensuite, en appliquant (99), la valeur de $u_n$.

On peut donner à ces calculs une forme plus simple en procédant de la façon suivante :

Dans la figure 174, désignons par :

$x_1$ la longueur $Aa_1$
$x_2$ — $Aa_2$
$x_3$ — $Aa_3$
. . . . . . . . . . . . . . .
$x_n$ — $Aa_n$

de sorte qu'on ait

$$\left.\begin{aligned} l &= x_1 \\ l_1 &= x_2 - x_1 \\ l_3 &= x_3 - x_2 \\ &\dots\dots\dots \\ l_n &= x_n - x_{n-1} \end{aligned}\right\} \quad (100)$$

Portant ces valeurs dans (96) il vient

$$u_n = 0{,}036 \Big[ x_1 \Delta + (x_2 - x_1)\Delta_1 + (x_3 - x_2) \Delta_2 + \dots + (x_n - x_{n-1})\Delta_{n-1} \Big] \quad (101)$$

qu'on peut encore écrire

$$u_n = 0{,}036 \Big[ x_1 (\Delta - \Delta_1) + x_2 (\Delta_1 - \Delta_2) + x_3 (\Delta_2 - \Delta_3) + \dots + x_n (\Delta_{n-1} \Big] \quad (102)$$

Si maintenant on tient compte des formules (98) on voit que

$$\left.\begin{aligned} \Delta - \Delta_1 &= \frac{i_1}{s} \\ \Delta_2 - \Delta_1 &= \frac{i_2}{s} \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta_{n-1} &= \frac{i_n}{s} \end{aligned}\right\} \quad (103)$$

ou, portant ces valeurs dans (102), on peut écrire cette équation sous la forme

$$u_n = \frac{0{,}036}{s} \Big[ x_1 i_1 + x_2 i_2 + \dots + x_n i_n \Big] \quad (104)$$

Cette formule est particulièrement intéressante en ce qu'elle établit le principe et la *superposition des effets des courants au point de vue des pertes de charge.*

En effet $\frac{0{,}036\, x_1 i_1}{s}$ est la chute de tension que produirait le courant du récepteur n° 1 fonctionnant seul ; $\frac{0{,}036\, x_2 i_2}{s}$ est le terme analogue pour le deuxième récepteur, et ainsi de suite.

On voit donc bien que la chute de tension totale, dans un tel cas, est la somme des chutes de tension que produirait dans le câble chaque récepteur fonctionnant isolément.

On peut encore tirer de cette expression une autre déduction intéressante. Supposons pour un instant que les quantités $i_1$, $i_2$..., $i_n$ représentent les grandeurs de forces $F_1$, $F_2$..., $F_n$ toutes parallèles entre elles et appliquées respectivement aux points $a_1$, $a_2$..., $a_n$. Les distances $x_1$, $x_2$..., $x_n$ étant les distances de leurs points d'application au point A, on aperçoit immédiatement que la parenthèse ne serait autre que la somme des moments de ces forces parallèles par rapport au point A. Or cette somme de moments serait égale au moment de la résultante $i_1 + i_2 + \dots + i_n = I$ par rapport au même point. La distance $AR$ du point d'application R de cette résultante serait telle que

$$(x_1 i_1 + x_2 i_2 + \dots + x_n i_n) = AR \times I \quad (105)$$

Par conséquent, par rapport aux courants, la chute de tension résultant dans le câble de la circulation des courants des $n$ récepteurs serait la même que celle qu'y occasionnerait un courant égal à la somme de ces courants partiels branché au point R.

Dans la formule (105), la distance AR est d'ailleurs la seule inconnue.

On peut se demander quel intérêt il y a à substituer aux courants partiels le courant total branché en R, puisqu'il faut quand même calculer la parenthèse du premier membre. Désignons par D la distance AR et portons la valeur de la parenthèse dans la formule (104), il vient :

$$u_n = 0{,}036\, D \frac{I}{s} = 0{,}036\, D\, \Delta \quad (106)$$

Sous cette forme, on voit qu'on est ramené au calcul normal d'une canalisation de longueur D portant un courant $I$ égal à la somme des courants $i_1$, $i_2$, . . . . . $i_n$, et qu'il est beaucoup plus facile ainsi d'appliquer les méthodes déjà indiquées, notamment les procédés relatifs à la règle de Kelvin.

Si on veut pousser plus loin la comparaison mécanique, on peut, en ce qui concerne les formules, assimiler ce calcul à celui d'une poutre

encastrée à une extrémité, libre à l'autre, et chargée en plusieurs points. Le courant $I$ appliqué en R correspond au moment fléchissant résultant.

Il y a encore une autre manière équivalente de traiter ces calculs.

Elle consiste à chercher quel courant unique il faut supposer appliqué au bout du câble pour y déterminer la même chute de tension que l'ensemble des courants partiels. Soit $I'$ ce courant. Il résulte évidemment de l'équation

$$(x_1 i_1 + x_2 i_2 + \ldots + x_n i_n) = x_n I' \quad (107)$$

Reprenant la comparaison avec la poutre encastrée à une extrémité, libre à l'autre, nous dirions que ce courant correspond à la force qu'il faudrait supposer appliquée au bout libre de la poutre pour lui imprimer la même flexion que les forces primitives.

A propos de ces formules, il est bon de signaler quelques cas particuliers qui reviennent assez fréquemment dans la pratique.

Lorsque les courants sont tous égaux à $i$, comme il y en a $n$ on a

$$I = n i$$

et $i$ peut se mettre en facteur commun dans les formules (105) et (107) qui deviennent, $i$ disparaissant dans la première

$$(x_1 + x_2 + \ldots + x_n) = n\,D \quad (108)$$
$$(x_1 + x_2 + \ldots + x_n)\,i = x_n I' \quad (109)$$

La première donne, par un calcul des plus simples, la valeur de la distance A R à laquelle il faut supposer branché le courant total $I$ et la seconde, par un calcul également simple, la valeur du courant $I'$ qu'il faut supposer en bout de ligne pour obtenir dans les deux cas la même chute de tension que produisaient les courants réels.

Il peut arriver en même temps que les récepteurs 1, 2, $n$ soient branchés sur la canalisation en des points équidistants de façon telle que (fig.174).

$$Aa_1 = a_1 a_2 = a_2 a_3 = \ldots = a_{n-1} a_n \quad (110)$$

S'il y a toujours $n$ récepteurs, on en déduit

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= \frac{x_n}{n} \\ x_2 &= 2\,\frac{x_n}{n} \\ x_3 &= 3\,\frac{x_n}{n} \\ x_n &= n\,\frac{x_n}{n} \end{aligned}\right\} \quad (111)$$

Portant ces valeurs (111) dans les équations (108) et (109) on obtient

$$\left.\begin{aligned} \frac{x_n}{n}(1+2+3+\ldots+n) &= n\,D \\ \frac{x_n}{n}(1+2+3+\ldots+n)\,i &= u_n I' \end{aligned}\right\} \quad (112)$$

La parenthèse est la somme des $n$ premiers nombres entiers qu'on sait être égale à

$$\frac{n(n+1)}{2},$$

de sorte que les expressions (112) donnent pour D et $I$ les valeurs suivantes :

$$D = \frac{x_n}{2} \cdot \frac{n+1}{n} \quad (113)$$

$$I' = \frac{n+1}{2}\,i \quad (114)$$

Dans les deux cas, si le nombre $n$ des récepteurs est assez grand, on peut négliger l'unité devant $n$ et prendre approximativement

$$D = \frac{x_n}{2} \qquad I' = \frac{n\,i}{2} = \frac{I}{2} \quad (115)$$

$I$ étant toujours le courant total.

Il est assez rare, bien entendu, que ces conditions soient rigoureusement réalisées, mais elles le sont souvent d'assez près pour qu'on puisse, malgré tout, appliquer les résultats (115).

C'est le cas, par exemple, pour une ligne desservant les lampes d'un atelier. Toutes les lampes consomment, approximativement, le même courant et elles ne sont pas généralement très loin d'être à peu près régulièrement réparties le long de la ligne. On a ainsi un moyen très rapide et suffisamment approché dans la pratique pour évaluer les chutes de tension et déterminer instantanément les sections à adopter.

Il résulte des considérations précédentes que la distance D est toujours comprise entre les récepteurs 1 et $n$. D'où cette conclusion que, pour une même chute de tension $u_n$ et pour un même courant total à l'origine de la canalisation, la longueur de la canalisation peut être plus grande lorsque ce courant est distribué à des récepteurs espacés le long de la ligne que lorsqu'il est fourni à un récepteur unique placé à l'extrémité.

On a souvent à desservir une série d'abonnés échelonnés en longueur le long d'une route qui sort d'une agglomération. Il faut alors établir une ligne partant du réseau, et cette ligne, qu'on ne peut alimenter que par une de ses extrémités, rentre tout à fait dans la question qui vient d'être traitée. Il faut déterminer jusqu'à quelle distance

du réseau on peut la pousser et quelle est la meilleure section à lui donner. Si les circonstances sont telles qu'on puisse appliquer les formules (108), (109), (113) ou (114), la solution est immédiate et l'application de la règle de Kelvin très facile. Sinon, voici comment on procédera :

On fera les produits de tous les courants d'abonnés par leurs distances respectives à l'origine de cette canalisation (point particulier du réseau ou usine centrale) et on fera la somme de ces produits. En divisant cette somme par la somme des courants d'abonnés, on obtiendra (application de la formule 105) la longueur D de canalisation équivalente. On déterminera par la règle Kelvin (formule 30) la meilleure densité de courant pour cette canalisation de longueur D, et par suite la section puisqu'on connaît le courant $I$. La formule (106) donnera alors la chute de tension $u_n$. Il faut que la section $s$ et la chute de tension $u_n$ soient des nombres acceptables. Pour $s$, nous avons déjà dit, à plusieurs reprises, comment on appréciera les choses au moyen du coefficient $\beta$ et de l'hyperbole type. Nous n'y reviendrons pas. Supposons qu'on ait trouvé pour $u_n$ un nombre trop élevé. Bien que $u_n$ résulte avec $s$ de la règle d'économie, il peut arriver qu'on ne puisse admettre une chute de tension aussi élevée que le voudrait cette règle; car elle n'envisage, en réalité, que les prix comparatifs du courant et du cuivre et s'il y a intérêt à perdre une plus forte proportion d'énergie électrique lorsque celle-ci est bon marché et le cuivre cher; relativement, il faut néanmoins, pour que le fonctionnement reste possible, qu'il arrive aux divers récepteurs des tensions pas trop différentes les unes des autres. On devra donc dans ce cas ou bien accroître la section ou conclure qu'on a poussé trop loin la canalisation et renoncer à desservir quelques abonnés éloignés ou décharger la canalisation vers son origine en reportant les abonnés correspondants sur une autre ligne particulière ou encore alimenter cette ligne en son milieu par un feeder.

Si, au contraire, on a trouvé pour $u_n$ un nombre inférieur à la limite qu'on s'était fixée, on peut, suivant les circonstances, accepter tel quel ce résultat, réduire la section ou prolonger plus loin la ligne pour desservir de nouveaux abonnés.

*(A suivre).* Ch. VALLET.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### La fabrication électrique de la glace aux Etats-Unis.

Nous lisons dans l'*Electrical Review and Western Electrician* que la fabrication électrique de la glace prend des développements énormes aux États-Unis et cela non seulement dans les états du sud et du sud-ouest qui produisent et exportent des quantités importantes de fruits, mais aussi sur les autres points du territoire de l'Union, même là où l'on se procurait jusqu'ici, durant l'hiver, de la glace naturelle. C'est qu'en effet, la glace artificielle aujourd'hui fabriquée ne contient pas de matières étrangères et elle n'exige pas des locaux importants pour l'emmagasinement, car on peut produire au jour le jour la quantité strictement suffisante.

Les fabriques se rencontrant aux Etats-Unis ne produisent point elles-mêmes, pour la plupart, l'énergie électrique nécessaire pour leur exploitation; elles peuvent se procurer à bon compte cette énergie auprès des stations centrales.

D'autre part, ces derniers établissements trouvent avantage à augmenter ainsi leur facteur de charge, car c'est surtout en été, alors que la vente du courant au public devient généralement moins élevée, qu'ils trouvent l'occasion de débiter les importantes quantités d'électricité nécessaires pour les besoins de l'industrie du froid. — G.

## ÉCLAIRAGE

### Eclairage du canal de Panama.

Entre autres particularités intéressantes se rencontrant sur le canal de Panama, le *Times Engineering Supplement* signale un ingénieux système d'éclairage destiné à faciliter la navigation durant la nuit. Aux entrées du canal et au travers du lac Gatoun, une double rangée d'environ 60 bouées automatiquement allumées marquera le chenal. La fourniture des dispositifs d'éclairement de ces bouées a été confiée à une entreprise de Philadelphie. Toutes les bouées en question porteront des lanternes ayant une portée optique d'environ 19 km et chaque feu aura sa caractéristique distincte. A cet effet, chaque lanterne sera pourvue de projecteurs dont certains produisent des éclats simples et d'autres des éclats complexes. On évitera l'emploi de feux colorés.

Deux feux, déjà installés à l'entrée, du côté du Pacifique, ont une portée optique de plus de 32 km. Une soupape, commandée par la radiation solaire, sert à éteindre les feux au lever du soleil et à les rallumer à l'approche de la nuit. Cette soupape est formée d'un solide cylindre en verre qui renferme quatre tiges métalliques. La tige centrale porte une couche de noir de fumée qui lui permet d'absorber la lumière, tandis que les trois autres tiges étant polies réfléchissent les rayons lumineux. Exposée à la lumière, la tige centrale, par suite de sa surface absorbante, se dilate plus que les autres et sa dilatation entraîne la fermeture de la soupape, d'où admission de l'acétylène, le corps éclairant employé, dans le brûleur principal. Une flamme-veilleuse, qui brûle continuellement, sert à allumer le gaz. — G.

## ÉLECTROTHERMIE

### Supports permettant la cuisson électrique sur les fers à repasser renversés.

L'*Electrical Review and Western Electrician* rapporte que la compagnie *Marion Light and Heating*, de Marion (Indiana, Etats-Unis), a récemment distribué à ses clients qui disposent de fers électriques à repasser, 400 petits supports destinés à maintenir ces fers dans une position renversée pour y cuire des aliments, chauffer de l'eau, etc. Ces supports sont construits avec des lames en fer de 9 mm et de 1,5 mm, solidement rivées ensemble et peintes au bronze d'aluminium. Les supports en question, fabriqués par série de 100, reviennent chacun à 0,68 fr, mais ils ont été distribués gratuitement par la station centrale à tout abonné qui a manifesté le désir d'en recevoir un. Lesdits supports s'adaptent à un fer électrique quelconque et permettent d'utiliser la surface renversée de ce fer pour chauffer de l'eau, faire cuire des œufs, faire bouillir du café, etc. Il a été constaté que les abonnés ayant reçu ces supports avaient augmenté chacun leur consommation en courant d'environ 0,68 fr, en sorte que les petits dispositifs précités se sont trouvés remboursés à la compagnie au bout du premier mois de leur utilisation. — G.

## FORCE MOTRICE

### Turbines hydrauliques.

Le *Times Engineering Supplement* annonce la publication d'une brochure de la maison anglaise Boving et Cie, contenant le détail et les photographies de diverses turbines hydrauliques installées, par cette maison, dans les diverses parties du monde. Il y fait mention, notamment, de trois turbines de 13000 ch anglais chacune fonctionnant sous une chute de 31 m, construites pour la station centrale hydraulico-électrique de Trollhättan (Suède) et d'une quatrième turbine fonctionnant sous une chute de 17 m, installée à Alfkarleby, en Suède également. Parmi les autres turbines mentionnées, on en rencontre cinq, chacune de 5800 ch anglais, installées à Winnipeg et trois, chacune de 4900 ch anglais, montées en Tasmanie. Depuis 1905, la même maison aurait vendu quelque chose comme 1200 turbines ayant une puissance totale de 443000 ch anglais; elle aurait, en outre, installé des canalisations hydrauliques représentant un poids d'environ 200 000 tonnes. — G.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Un nouveau tarif électrique à Boston.

L'*Electrical World* rapporte que la compagnie d'éclairage Edison, de Boston, vient d'arrêter un nouveau tarif qui est entré en vigueur le 1er octobre et qui s'applique particulièrement à la vente du courant affecté à la charge des batteries d'accumulateurs, au chauffage, au repassage électrique, au service de réfrigération, d'alimentation en eau et d'irrigation. En vertu du nouveau tarif en question, le courant est vendu au prix d'à peu près 0,50 fr le kw-heure pour toute quantité ne dépassant point 20 kw-heure par mois, avec un minimun de 62 fr par compteur et par an. Au-dessus de 20 kw-heure par mois, le prix de vente est réduit à 0,15 fr jusqu'à 2000 kw-heure par mois. Pour les quantités de courant en sus de ce dernier chiffre, le prix de vente est encore abaissé et réduit à 0,10 fr, pourvu que l'abonné s'engage à payer le kw-heure à raison de 0,50 fr pour le courant utilisé durant certaines heures spéciales que la compagnie fixe de temps à autre. Ces heures spéciales comportant une majoration de prix ne peuvent pas être au nombre de plus de 500 durant l'année, ni au nombre de plus de 4 pour une journée quelconque. Le nouveau tarif prévoit, en outre, que, chaque fois que la consommation de courant s'élèvera à moins de 520 fr pour un mois, l'abonné paiera une redevance mensuelle de 26 fr pour l'utilisation de son compteur. Toutefois, si la consommation mensuelle de courant, bien qu'inférieure à 520 fr, est supérieure à 495 fr, l'abonné ne doit acquitter que la différence entre ces deux sommes à titre de frais de compteur. — G.

## LAMPES

### Lampes à arc à flamme.

Le *Times Engineering Supplement* signale un catalogue que vient de publier la Compagnie anglaise « General Electric », et qui contient une description des lampes à arc à flamme pourvues d'un magasin Angold, avec des explications sur le fonctionnement de ce magasin, l'alimentation

en charbon, le mode de ventilation appliqué, etc. Les lampes en question se divisent en deux catégories, l'une utilisant des charbons de 304 mm, et l'autre, des charbons de 381 mm. Les lampes de la première catégorie sont construites pour des intensités de 7, 8 ou 10 ampères, celles de la seconde catégorie, pour des intensités de 8 à 10 ampères. Dans les lampes de la première catégorie, le magasin contient dix paires de charbons brûlant de 65 à 70 heures; dans celles de la seconde catégorie, le même magasin contient neuf paires de charbons brûlant de 70 à 95 heures. Pour l'éclairage des rues, la dépense moyenne en charbon, par lampe, serait d'environ 1,33 centime à l'heure pour le modèle à 7 ampères, et d'environ 1,39 centime à l'heure pour le modèle à 10 ampères. En ce qui concerne l'entretien, une lampe à 8 ampères alimentée avec du courant à 15 centimes le kw-heure et donnant 2100 bougies pourrait fonctionner une année durant (4000 heures de combustion) au prix de 350 fr, y compris la dépréciation. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Un nouvel arbre à caoutchouc.

Un rapport du ministère de l'agriculture du Mexique signale une nouvelle plante à caoutchouc particulièrement intéressante. Il s'agit d'un arbre, le « Plumeria », rouge, appelé par les indigènes « Cacalosochilt ». Toutes les espèces de la même famille connues au Mexique produisent un suc laiteux; mais le « Plumeria » rouge est le seul sujet que l'on connaisse aujourd'hui comme produisant du caoutchouc en quantité suffisante pour rendre l'exploitation rémunératrice. Le tronc de la nouvelle essence, haut de 2 à 5 m, a une circonférence qui varie de 20 à 60 cm; l'écorce est grossière et d'une couleur gris claire; les feuilles sont en opposition; les fleurs, blanches et larges; la racine est utilisée par les indigènes comme purgatif. Le Plumeria rouge se rencontre dans de nombreuses régions du Mexique et de l'Amérique centrale; il pousse de préférence dans les terrains sablonneux, pierreux, rocheux, sur les montagnes dont l'altitude varie entre 300 et 1500 m environ, dans les régions sèches où la chute des pluies atteint un niveau moyen annuel variant entre 690 et 1150 mm.

Cet arbre se reproduit facilement par boutures. Cette dernière méthode de multiplication est supérieure à celle des semis; en trois années, l'arbre a atteint des dimensions suffisantes pour supporter l'extraction du caoutchouc. A cet effet, d'après les expériences déjà faites, il convient de ne point se livrer à des incisions de l'écorce, car les parties jeunes de la plante contiennent une quantité de caoutchouc supérieure à celle du tronc. Il y a donc lieu d'émonder l'arbre en question et de recueillir le caoutchouc que contiennent les petites branches coupées. Cette taille ne compromet nullement l'existence du sujet; au contraire, elle améliore les conditions de sa végétation quand elle est faite avec soin, et elle favorise la pousse des branches.

M. Geo Wannag aurait obtenu, en traitant des jeunes pousses, 4 0/0 d'un caoutchouc qui n'est pas inférieur aux meilleurs caoutchoucs se rencontrant sur le marché. L'analyse du latex coagulé aurait révélé la composition suivante :

Résine, 21,9 0/0; humidité, 15,07 0/0; caoutchouc, 25,5 0/0. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLÉPHONIE

### Radiotélégraphie sur les navires américains.

A la suite de la catastrophe du *Titanic*, une loi est entrée en vigueur aux Etats-Unis, depuis le 1er octobre de l'année courante, qui prescrit que chaque navire portant 50 passagers ou plus, doit avoir à son bord au moins deux radiotélégraphistes expérimentés, dont l'un sera en tout temps prêt à recevoir ou à transmettre des communications. Les appareils du bord doivent avoir une portée d'au moins 160 km. La même loi prescrit que chaque bâtiment, afin de pouvoir conserver le moyen de communiquer en cas de sinistre, aura une source spéciale de courant, indépendante de la station électrique du bord, qui est destinée à alimenter l'éclairage et la force motrice. Quant aux bâtiments de marchandises, ils peuvent n'avoir qu'un seul radiotélégraphiste professionnel, mais à la condition que ce dernier soit au besoin secondé par un homme de l'équipage, capable de discerner au son les signaux radiotélégraphiques de détresse. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### La station téléphonique la plus élevée du monde entier.

Nous relevons, dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, la description d'une station téléphonique qui passe pour être la plus élevée du monde, celle de l'observatoire météorologique établi au sommet du mont Rosa (4635 m). Cette station ne fonctionnant que durant une courte période de l'année, les poteaux qui portent la ligne téléphonique sont enlevés à la fin de chaque saison, puis réédifiés au moment convenable. Les conditions anormales de l'endroit ont plutôt facilité qu'entravé les travaux d'installation et le fonctionnement de la ligne. On emploie des poteaux peu élevés, si bien qu'au centre de chaque portée le fil touche la neige; mais cette dernière, étant parfaitement sèche, constitue un bon isolant : il ne se produit

donc aucune perte de courant. La dernière section de la ligne, depuis le col du Lys jusqu'au pic, est simplement posée sur la neige, sans aucun appui.

Pour empêcher la rupture des fils par les mouvements du glacier, on a fait passer la ligne au travers d'anneaux fixés sur les poteaux au lieu de l'attacher rigidement à des isolateurs. La ligne en question traverse deux vallées, chacune mesurant une largeur d'environ 990 m. On a dû naturellement aménager une seule portée au travers de chacune des deux vallées précitées, mais la dépression de terrain est si grande que la flèche des fils n'offre aucune importance. — G.

## TRACTION

### La traction électrique et le tunnel sous la Manche.

L'*Electrician* signale une brochure que M. W. Rose Smith vient de faire paraître sous le titre : *Chemins de fer électriques express comme moyens défensifs* et qui propose la construction d'un chemin de fer électrique de Londres à Douvres. Ce chemin de fer serait prolongé par une ligne se rendant à Calais dans un tunnel creusé sous la Manche, puis par une autre ligne, également électrique, se rendant juqu'à Paris. M. Smith annonce que des négociations vont être engagées avec un groupe de financiers parisiens en vue de la formation d'une compagnie qui construirait la ligne électrique de Paris à Calais, ainsi que la partie du tunnel dont doit se charger la France. On évitera toutes complications dans la réalisation de l'entreprise en constituant une compagnie anglo-française, laquelle aura mission d'obtenir, des parlements des deux pays, toutes les concessions et autorisations nécessaires. La construction du tunnel, y compris l'intérêt sur le capital engagé dans les travaux qui dureront cinq ans, entraînera une dépense de 125 millions de francs. — G.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Une station centrale hydraulico-électrique sur le canal de Panama.

Une station centrale hydraulico-électrique, lisons-nous dans le *Times Engineering Supplement*, va être installée en connexité avec les écluses de Gatoun pour alimenter en énergie la zone du canal. Cette installation utilisera les eaux en excédent du lac Gatoun, lesquelles seront suffisantes, espère-t-on, pour faire face aux besoins d'une installation génératrice de 6000 kw, y compris les groupes générateurs de réserve. Durant toute l'année, la chute moyenne des eaux est d'environ 22 m. L'eau disponible sera si abondante, pendant la saison des pluies, qu'on devra en laisser échapper une partie, sans l'utiliser, sur le déversoir voisin; mais, pendant la saison sèche, on devra prélever sur la réserve du lac Gatoun. L'énergie produite dans la nouvelle station sera distribuée aux appareils des trois écluses, au bassin de radoub, aux ateliers permanents de réparation des machines, au service de manipulation du charbon, aux batteries d'accumulateurs; elle sera, en outre, affectée à l'éclairage. De plus, une ligne de transmission à haute tension reliera la station centrale précitée aux usines électriques à vapeur de Miraflores, qui serviront de réserve.

La nouvelle station centrale doit être installée à proximité du mur nord du déversoir de Gatoun. Elle sera aménagée dans une construction en ciment et acier et présentera des dimensions suffisantes pour loger trois groupes électrogènes chacun de 2000 kw. Les plans adoptés prévoient, dès maintenant, l'aménagement ultérieur de trois groupes électrogènes additionnels des mêmes dimensions.

Les turbo-génératrices adoptées sont du type vertical. Chaque turbine développera une puissance de 2250 kw à la vitesse de 250 tours par minute. La dynamo produira 2000 kw sous forme de courants triphasés à 25 périodes et à la tension de 2200 volts. — G.

# Nouvelles

### Installations en projet.

Annemasse (Haute-Savoie). — Le cahier des charges pour la construction du réseau de tramways Annemasse-Samoëns et embranchements vient d'être approuvé par le Conseil général qui a aussi voté la mise à l'enquête des lignes Annecy-Saint-Julien, Lugrin-Hermance et Douvaine, Annecy-Seyssel.

Barneville (Manche). — Le projet d'éclairage électrique présenté par M. Lance, ingénieur, a été approuvé en principe par la municipalité. (Chef-lieu de canton de 856 habitants de l'arrondissement de Valognes.)

Basse-Indre (Loire-Inférieure). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable à la demande de concession d'une distribution d'énergie électrique présentée par la Société nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. (Commune d'Indre du 6e canton et de l'arrondissement de Nantes.)

Beaulieu (Corrèze). — La construction d'une ligne de tramways allant de Beaulieu à Egletons, par Argentat et Marcillac-la-Croisille, vient d'être mise à l'étude par le Conseil général.

Bondues (Nord) — La Société de l'énergie électrique du Nord de la France va alimenter cette commune. (Commune de 3113 habitants du canton sud de Tourcoing, arrondissement de Lille.)

Castillon (Ariège). — La Commission départementale a mis à l'étude le projet d'établissement d'une ligne de tramways de Castillon à Saint-Lary. (Castillon, chef-lieu de canton de 835 habitants de l'arrondissement de Saint-Girons et Saint-Lary, commune de 1080 habitants du canton de Castillon.)

Chalons-sur-Marne (Marne). — La proposition faite par la Société générale électrique pour la fourniture de l'énergie électrique pour tous usages, sauf l'éclairage, a été soumise au Conseil municipal qui a émis un avis favorable. (Chef-lieu du département, 27 808 habitants.)

Gérardmer (Vosges). — L'électrification du tramway de Gérardmer à Retournemer, appartenant à la Compagnie des tramways de Gérardmer, a été approuvée par le Conseil général.

Khenchela (Constantine). — La municipalité étudie un projet d'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 45 082 habitants de l'arrondissement de Batna.)

Langogne (Lozère). — La municipalité met en adjudication le service de l'éclairage électrique installé par ses soins au début de cette année. (Chef-lieu de canton de 3917 habitants, arrondissement de Mende.)

Lille (Nord). — Le Conseil général a nommé une commission pour étudier les projets présentés par le groupe Enpain et par l'Electrique Lille-Roubaix-Tourcoing pour la construction des tramways Lille-Armentières (28 613 hab.); Lille-Halluin (16 158 hab.) et Lille-Wambrechies (4634 hab.).

Marquette (Nord). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable à la demande de concession d'une distribution d'énergie électrique présentée par la Société électricité et gaz du Nord. (Commune de 5477 habitants du canton ouest et de l'arrondissement de Lille.)

Mers-les-Bains (Somme). — La municipalité a approuvé la proposition faite par M. Moysen pour l'installation de l'éclairage électrique et a nommé une commission pour l'étude de cette question. (Commune de 1678 habitants du canton d'Ault, arrondissement d'Abbeville.)

Moissac (Tarn-et-Garonne). — La construction d'une ligne de tramways de Moissac à Lauzerte a été mise à l'étude.

Octeville (Manche). — Le traité pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique présenté par la Compagnie Gaz et Eaux a été approuvé par le Conseil municipal. (Chef-lieu de canton de 4077 habitants, arrond. de Cherbourg.)

Pélissanne (Alpes-Maritimes). — La municipalité, en vue de la concession de l'éclairage électrique qui prend fin l'année prochaine, fait appel aux électriciens et aux industriels pour qu'on lui transmette des propositions. (Commune de 1558 habitants du canton de Salon, arrondissement d'Aix.)

Porte les-Valence (Drôme). — La Société dromoise de force et de lumière vient d'établir une distribution d'énergie électrique. (Commune de 416 habitants, canton et arrondissement de Montélimar.)

Saint-Affrique (Aveyron). — La municipalité va procéder à l'enquête concernant l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 6571 habitants.)

Saint-Chamond (Loire). — Le projet d'électrification du tramway de Saint-Etienne à Saint-Chamond a été soumis au Conseil général qui a donné un avis favorable.

Saint-Genis-Terrenoire (Loire). — La concession de l'éclairage électrique vient d'être mise à l'enquête. (Commune de 1581 habitants du canton de Rive-de-Gier, arrondissement de Saint-Etienne.)

Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées). — Le Conseil général vient de voter un emprunt de 432 000 francs pour contribution du département à l'établissement de la ligne de tramways allant de Saint-Jean-de-Luz à Peyrehorade.

Saint-Romain-le-Puy (Loire). — La Société des forces du Lignon va installer une distribution d'énergie électrique. (Commune de 2105 habitants du canton de Saint-Rambert-sur-Loire, arrondissement de Montbrison.)

Souvigny (Allier). — Des pourparlers sont engagés entre la Municipalité et la Compagnie générale d'électricité pour l'installation de l'éclairage électrique. (Chef-lieu de canton de 3078 habitants de l'arrondissement de Moulin.)

Trélazé (Maine-et-Loire). — Le Conseil municipal a adopté en principe le projet d'éclairage électrique qui lui a été soumis par la Société de la Vallée de la Loire. (Commune de 6259 habitants du canton Sud-Est et de l'arrondissement d'Angers.)

Villard-de-Lans (Isère). — Le Conseil général vient d'approuver le devis de quatre millions pour l'établissement d'une ligne de tramways de Grenoble à Villard-de-Lans.

Villeneuve-de-Berg (Ardèche). — Le Conseil municipal a donné un avis favorable à l'installation d'une distribution d'énergie électrique proposée par la Société de la Vallée du Rhône. (Chef-lieu de canton de 1851 habitants, arrondissement de Privas.)

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^T-JACQUES.

# Conférence Internationale de l'heure.

PROGRAMME, RÉSULTATS, INSTRUMENTS EXPOSÉS

*(Suite)* (1).

M. Leroy, le distingué constructeur des horloges émettant l'heure universelle, à l'Observatoire de Paris, s'était fait l'interprète des Chambres syndicales d'horlogerie de Paris et des départements, pour demander à la Conférence internationale de l'heure d'intervenir auprès de l'Administration des postes et télégraphes et de la commission interministérielle, pour que les horlogers, électriciens, opticiens, etc., soient autorisés à installer *ouvertement et sans rien dissimuler*, les antennes nécessaires pour recevoir les signaux de la Tour Eiffel (que chacun est libre de capter, sitôt les frontières françaises franchies). Nous constatons avec regrets que son vœu n'a pas été pris en considération.

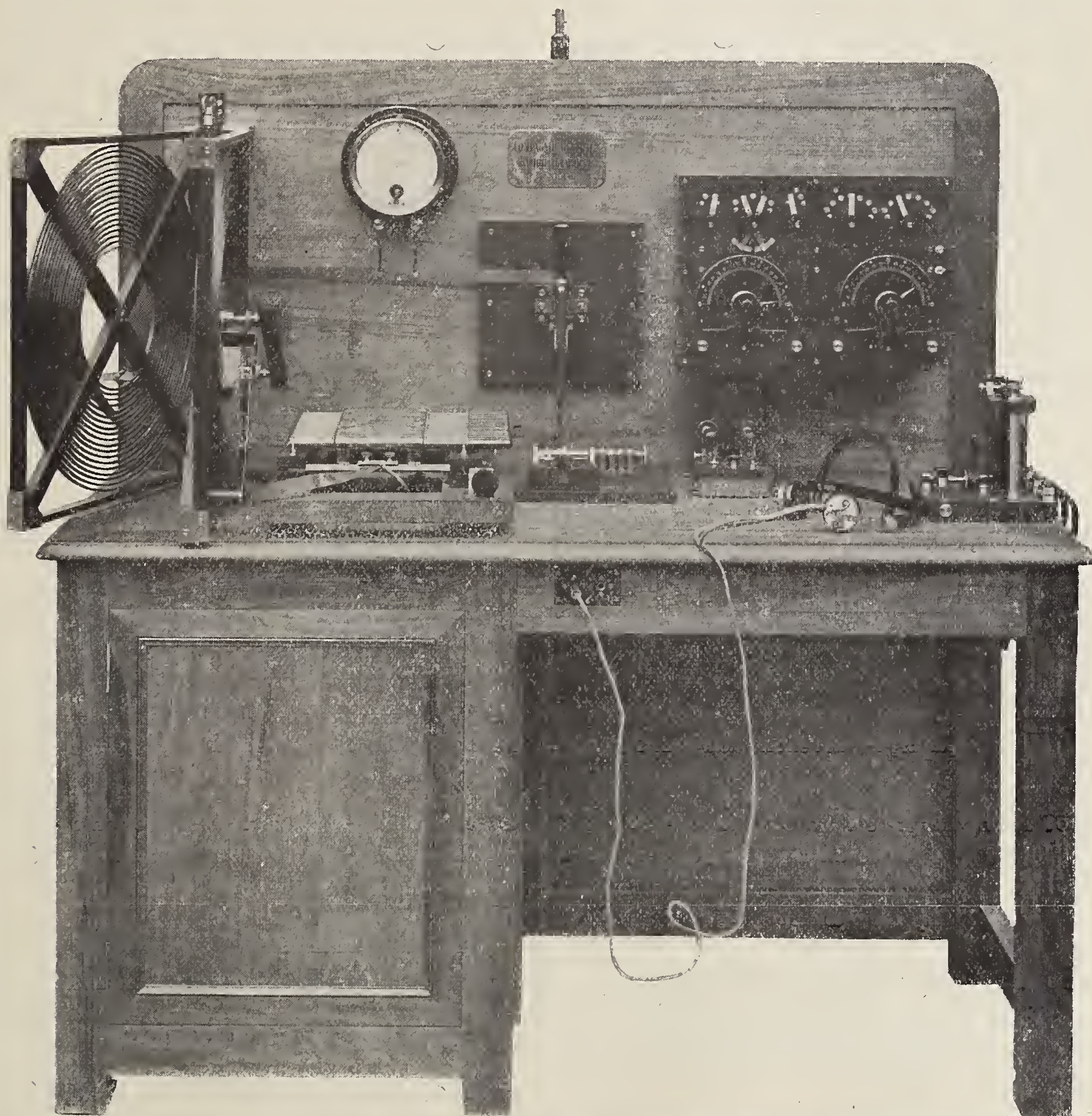


Fig. 75. — Groupe complet d'émission et de réception de la Compagnie générale radiotélégraphique.

Les particuliers qui voudront recevoir l'heure

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1143, 23 novembre 1912, p. 321.

chez eux n'y sont pas autorisés. L'administration aurait pu vouloir ce qu'elle n'empêchera pas, puisqu'avec les appareils actuels de réception, on peut se dispenser, le plus souvent, de toute antenne visible de l'extérieur des maisons.

*Visite à l'Exposition d'instruments.*

Pendant toute la durée des travaux de la Conférence internationale de l'heure, une Exposition des instruments se rapportant à la détermination de l'heure, à sa conservation et à sa transmission par la radiotélégraphie, a été ouverte dans la grande salle du second étage de l'Observatoire de Paris. Seuls des constructeurs français, au nombre de 21, ont présenté des appareils et instruments pour la plupart très remarquables. Comme malheureusement l'Exposition n'était pas publique, elle fut très peu fréquentée et même ignorée de beaucoup de personnes qui, autrement, n'auraient pas manqué de s'y intéresser vivement.

C'est à l'intention de ces dernières que nous avons pris quelques notes nous permettant de présenter sommairement les intéressants instruments ayant figuré à l'Exposition.

En parcourant les stands, nous suivrons l'ordre alphabétique des noms des constructeurs, mais il nous a semblé nécessaire de donner tout d'abord quelques explications sur les diverses espèces de temps employés. On distingue en astronomie trois espèces de temps ou jours : le jour sidéral, le jour solaire vrai et le jour solaire moyen.

Le jour sidéral est le temps compris entre deux retours consécutifs du point vernal (marquant l'équinoxe du printemps) au méridien.

Ce jour, basé sur la durée d'un tour de la terre sur elle-même, est le seul qui soit invariable.

Le jour solaire vrai est l'intervalle de temps compris entre deux passages successifs du soleil au méridien; sa durée n'est pas constante.

Le jour solaire moyen est l'intervalle de temps compris entre deux passages au méridien d'un soleil fictif dont le mouvement serait tel que tous les jours soient égaux.

Dans la pratique, c'est par l'observation des passages d'étoiles de repère au méridien qu'on en déduit l'instant du passage du point vernal. Les pendules sidérales sont réglées sur ce temps.

Dans la vie civile, on ne saurait l'employer, car la durée de l'année sidérale est de presque un jour plus courte que l'année solaire. Au bout de six mois, le midi aurait lieu à minuit! En réalité, le temps civil moyen ou temps légal est déduit par le calcul du temps sidéral déterminé par les observations astronomiques. Pour cela, les pendules civiles sont réglées de manière à *retarder* sur les pendules sidérales, de 3 minutes 56,553 secondes par 24 heures.

De cette manière, le temps moyen diffère peu du jour solaire vrai. Les écarts entre l'heure légale et un cadran solaire sont au maximum : avance de 15 minutes au milieu de février, retard de 4 minutes au milieu de mai, avance de 6 minutes fin juillet, retard de 16 minutes fin octobre. L'écart journalier se nomme équation du temps.

Ces considérations étant rappelées, les instruments ayant figuré à l'exposition de la conférence internationale de l'heure peuvent se classer de la manière suivante :

1° *Instruments servant à déterminer l'heure sidérale :* lunettes méridiennes, astrolabe à prisme, théodolites;

2° *Instruments servant à diviser le temps et à le conserver :* pendules astronomiques, sidérales de temps moyen, chronomètres et garde-temps;

3° *Instruments servant à distribuer l'heure :* pendules distributrices et réceptrices;

4° *Appareils servant à transmettre l'heure à très grande distance et à la recevoir :* transmetteurs et récepteurs de signaux de T. S. F.;

5° *Appareils divers.*

M. Ancel, de Paris :

1° *Un poste récepteur mural, système Ancel, pour municipalités et administrations.*

2° *Un poste récepteur mural Ancel.*

Ce poste est muni d'un détecteur électrolytique à bascule, système Le Doyen.

3° *Appareillage de précision, système Ancel.*

Cet ensemble permet d'enregistrer à la fois, sur un même diagramme, les signaux horaires radiotélégraphiques, la marche de la pendule à contrôler et les vibrations d'un diapason entretenu électriquement.

4° *Appareillage Ancel de réception.*

Permet la réception des signaux horaires à la sonnerie ou leur enregistrement au Morse. Le détecteur est du type électrolytique.

Un autre modèle, avec détecteur à cristaux, enregistre photographiquement les signaux avec un galvanomètre à miroir disposé sous forme de relais.

5° Divers modèles de détecteurs, un poste récepteur portatif, un poste horaire simplifié, modèle d'amateur, un petit radiateur d'essai pour réglage des récepteurs.

M. Boudeaud, successeur de M. Winnerl et Caillier, a Paris :

Divers chronomètres de marine, montres pour

torpilleurs et pendules astronomiques à temps sidéral et à temps moyen.

Mme veuve Charron, Bellanger et Duchamps, a Paris :

Un appareil portatif pour la réception des ondes hertziennes.

M. Chaseelon, a Paris, élève de Brumner :

Deux théodolites magnétiques, modèle moyen et modèle de voyage : un théodolite à déclinatoire et un théodolite à microscopes avec cercles réitérateurs.

Compagnie générale radiotélégraphique, a Paris (1) :

1° *Poste complet de T. S. F. pour la marine de commerce.*

Pour produire les émissions, on utilise l'excitation par choc (procédé Wien) qui donne une seule onde dans l'antenne et, par suite, une syntonisation très aiguë et un amortissement faible. L'éclateur, breveté par la compagnie générale, est formé de petits carreaux cylindriques argentés, actionnés par un dispositif permettant de faire varier simultanément la distance entre tous les barreaux et, par suite, la longueur des étincelles. Le résonateur est constitué par deux spirales planes dont l'accouplement peut varier instantanément. Le condensateur, du type à lames de verre, est de très faibles dimensions eu égard à sa capacité.

Les appareils de réception se composent de bobines d'accord en fil de cuivre argenté, réduisant l'amortissement par un surcroît de conductibilité, de condensateurs à lames d'air, de détecteurs électrolytiques et à cristaux et de récepteurs téléphoniques particulièrement sensibles et indéréglables.

On peut modifier instantanément la longueur d'ondes de l'antenne réceptrice au moyen de condensateurs variables à air et de selfs à plots de contacts. Les curseurs ont été abandonnés comme mettant en court circuit quelques spires des selfs, ce qui consomme de l'énergie, chose à éviter lorsqu'on recherche une haute sensibilité. L'énergie employée pour la transmission est fournie par un petit alternateur donnant 500 périodes par seconde et l'émission est musicale, ce qui évite de confondre les perturbations étrangères avec les signaux réellement émis. La portée de cet ensemble est d'environ 800 km le jour. Cette portée est plus grande encore la nuit.

Comme le montre la figure 175, tous les appareils sont groupés sur une table ayant pour dimensions 1,30 m sur 0,60 m. Les appareils de transmission sont situés à gauche et ceux de réception à droite.

Au milieu de la table se trouve un levier de manœuvre permettant de passer instantanément de la transmission à la réception.

2° *Un poste transportable à dos de mulet.*

Construit dans le même genre que le précédent, ce poste est contenu dans 3 caisses; il ne dépense que 500 watts et sa portée, le jour, peut dépasser 100 km.

3° *Appareil de réception horaire type C G R 1912.*

C'est un appareil de petites dimensions, établi spécialement pour recevoir les signaux de grande longueur d'onde, tels que les signaux horaires de la tour Eiffel, tout en ne disposant que d'une très petite antenne. La longueur d'onde de celle-ci est convenablement augmentée en la reliant à la terre à travers une bobine de self suffisante et sans fer, bien entendu. Le détecteur est du type à cristaux; ce genre de détecteur rectifiant fonctionne d'ailleurs sans pile.

4° *Récepteur horaire simplifié.*

Cet appareil, de forme circulaire, n'a que 80 mm de diamètre. Il contient la self d'accord, un détecteur à cristaux et le récepteur téléphonique. La sensibilité est très largement suffisante pour la réception des signaux de la tour Eiffel à Paris et dans la banlieue.

5° *Condensateur de réception.*

Ce condensateur, identique à celui de l'appareil récepteur du groupe pour la Marine de commerce ci-dessus décrit, se compose de lames en forme d'ailettes, découpées dans une masse métallique de laiton et formant armatures. Le diélectrique est l'air qui n'occasionne pas de pertes d'énergie; son épaisseur est réduite au minimum. La capacité du condensateur est de 0,003 microfarad.

L'armature mobile, qui pénètre entre les armatures fixes, a sa connexion assurée par un ressort à l'exclusion de tout contact glissant reconnu peu sûr.

6° *Ondemètre.*

Cet appareil, destiné à mesurer la longueur des ondes hertziennes, se compose du condensateur ci-dessus et d'un ampèremètre thermique à faible résistance et à faible consommation. La déviation passe par un maximum pour une certaine valeur donnée à la capacité. Cette valeur est liée à la longueur d'onde; une graduation convenable du condensateur, effectuée par comparaison, permet de déterminer la longueur d'onde.

(1) Compagnie générale radiotélégraphique, 63, boulevard Haussmann, à Paris.

A. Darras, constructeur a paris :

1° *Récepteur téléphonique pour T. S. F.*

Il est caractérisé par un aimant tubulaire et une bobine centrale montés sur une membrane. La netteté des sons est très grande ainsi que la sensibilité.

2° *Détecteur à cristaux pour T. S. F. Modèle Darras.*

Dans ce modèle de détecteur, la pointe est montée à l'extrémité d'une genouillère permettant d'explorer les cristaux dans toutes leurs parties afin de rechercher les points les plus sensibles. La pression de la pointe est réglable et les parties mobiles peuvent être bloquées pendant l'audition. On peut dégager la pointe pendant les périodes de repos afin de ménager le contact.

3° *Poste de réception portatif pour signaux horaires de T. S. F.*

Ce poste se compose du détecteur et du récepteur qu'on vient de décrire; il est surtout destiné aux réceptions horaires.

4° *Deux relais Claude-Darras à réglage extérieur.*

Ces relais, très sensibles, sont utilisés dans les grandes stations de T. S. F. en France et à l'étranger. Ils sont construits d'après le système du galvanomètre à cadre mobile. Le contact utilisé pour actionner soit une sonnerie, soit un récepteur Morse, est suffisamment assuré, dans un des modèles, lorsque le cadre est traversé par un courant de 10 microampères. Dans l'autre modèle exposé, un courant de 5 microampères suffit pour obtenir ce résultat.

Ces appareils sont abrités sous une boîte vitrée et le réglage des contacts donnés par le cadre mobile, pendant sa déviation, s'effectue de l'extérieur par des vis traversant la boîte.

La sensibilité de ces relais est très grande et leur fonctionnement sûr.

MM. Ducretet et Roger, constructeurs, a Paris :

1° *Un appareil récepteur de l'heure* (grand modèle), portée 800 km.

2° *Un appareil récepteur de l'heure* (petit modèle) pour Paris et les environs (1).

3° *Un appareil pour la détermination des longitudes par la méthode des battements de MM. Claude, Ferrié et Driencourt.*

La méthode a été indiquée dans l'*Electricien* du 13 janvier 1912. L'appareil Ducretet consiste en un récepteur relié, d'une part, à l'appareil de réception des signaux horaires et, de l'autre, à une petite bobine d'induction dont le primaire est alimenté par une pile. Un microphone est placé sur le garde-temps à comparer à l'horloge de Paris; il actionne donc le récepteur dans lequel se superposent les battements de l'horloge de Paris et du garde-temps local placé à l'endroit dont on veut déterminer la longitude.

4° *Un appareil pour la transmission des signaux horaires.*

5° *Un appareil pour l'instruction des télégraphistes* (lecture au son).

Cet appareil se compose d'un manipulateur Morse avec sa pile, d'un récepteur téléphonique monté avec casque et d'un petit trembleur-ronfleur ordinaire. En manipulant, le télégraphiste entend au téléphone les sons émis par le ronfleur et se fait l'oreille aux signaux Morse tels qu'ils sont entendus en T. S. F.

6° *Un casque téléphonique avec deux récepteurs à réglage, de 400 ohms.*

Ce modèle, utilisé avec le détecteur électrolytique, est très pratique à cause de la vis de réglage qui permet de modifier en service la distance séparant la membrane des pôles de l'aimant du téléphone. On cherche la position qui donne au son le maximum d'intensité. Avec les détecteurs à cristaux, on utilise le même récepteur, mais celui ci a une résistance de 400 ohms seulement.

7° *Un récepteur à relais pour l'enregistrement au Morse des signaux radiotélégraphiques.*

Cet appareil, qui date déjà de plusieurs années, n'a pas subi de modifications récentes. Il se compose d'un relais à contacts, à cadre mobile dans l'entrefer d'un puissant aimant.

Le cadre mobile, introduit dans le circuit d'un détecteur à limaille, répète les signaux reçus par celui-ci et les retransmet à un récepteur Morse au moyen d'une pile locale mise en circuit par les contacts du relais.

Le Morse est à mise en train et à arrêt automatique par déclenchement du rouage, opéré par les premiers signaux d'avertissement reçus par le détecteur. Quelques secondes après la cessation des signaux, le réenclenchement et l'arrêt se produisent.

8° *Un renforçateur de son, système Pollak.*

Ce relais, appliqué à l'enregistrement des radiotélégrammes, est très intéressant par les résultats obtenus. En principe, il est réalisé de la manière suivante :

L'écouteur téléphonique d'un poste de réception de T. S. F. actionne un premier microphone, agissant lui-même sur un téléphone. Ce dernier, vibrant déjà plus fort que l'écouteur primitif,

(1) Ces deux appareils ont été décrits dans l'*Electricien*; le premier, le 20 août 1910 et le second, le 7 septembre 1912.

agit sur un second téléphone du type *haut parleur*, par l'intermédiaire d'un second microphone.

Le renforcement est donc obtenu en empruntant de l'énergie aux piles de ces relais microphoniques successifs.

Le téléphone haut parleur est disposé sur le chariot d'un graphophone et agit directement sur la plaque vibrante de ce dernier. Le style inscripteur enregistre donc finalement sur le cylindre de cire du phonographe, tous les signaux hertziens reçus dans le premier écouteur.

M. Aliamet.

*(A suivre.)*

# Le Pénétrotherme.

M. le Dr Breiger signale, dans l'*Elektrotechnische Anzeiger*, un nouvel appareil dit « Pénétrotherme » destiné à rendre d'importants services dans la nouvelle méthode thérapeutique qui a reçu l'appellation de « Diathermie », laquelle a pour objet la production, dans l'intérieur de l'organisme du malade, d'une chaleur considérable que l'on peut doser à discrétion.

Dans le Pénétrotherme, appareil à la fois très simple et très robuste construit par la Société allemande « Sanitas » (fig. 176 et 177), la distance explosive comprend de nombreuses divisions qui permettent de porter le nombre des périodes à un chiffre considérable (environ 3 millions). De cette manière, toute sensation de faradisation se trouve réduite à un minimum qui n'est plus appréciable. En outre, l'isolement ne se trouve plus disposé entre les électrodes mais, absolument, en dehors du trajet de l'étincelle, par suite de quoi les risques de disruption sont entièrement écartés.

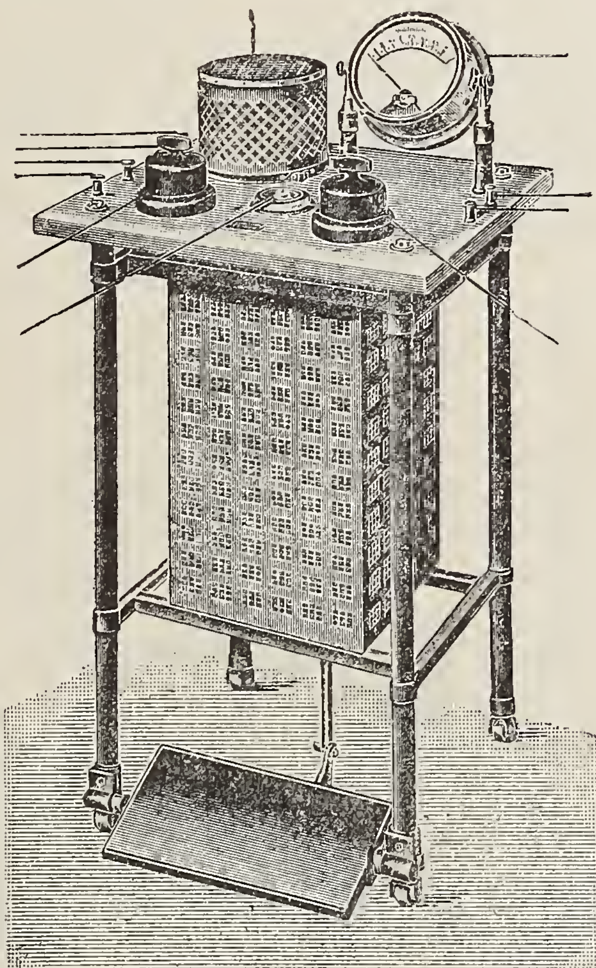


Fig. 176.

Le réglage du Pénétrotherme est possible dans les limites les plus étendues et sans transition brusque d'un régime à l'autre, selon les besoins de chaque cas : il peut donner graduellement depuis une sensation de chaleur à peine perceptible jusqu'au maximum d'échauffement admissible.

La distance explosive est fixe et le réglage s'obtient d'une manière très simple, grâce au fonctionnement des bobines du transformateur. Pour obtenir une graduation, jusqu'ici non réalisée, de la chaleur appliquée, on a pourvu l'appareil d'une pédale de réglage grâce à laquelle on peut attirer plus ou moins la bobine secondaire de haute fréquence sur la bobine primaire correspondante.

La mise en activité du Pénétrotherme est excessivement simple. A cet effet, on place le commutateur (fig. 176) que porte la table de distribution sur la position « Schw. » (faible). Alors le courant venant de la borne de connexion *a* (fig. 177) traverse la fiche-contact *s* qui se trouve dans le circuit et qui est rattachée, tout en demeurant isolée, à la cage protectrice de la distance explosive. Le même courant traverse ensuite l'enroulement primaire P du transformateur et retourne à la borne de connexion *b*. La fiche-contact *s* de la cage protectrice ferme le circuit précité, en sorte que la mise en marche sans la cage protectrice devient impossible; l'entrée en contact avec la distance explosive placée sous tension se trouve être également impossible.

Le noyau en fer de la bobine primaire P forme le pôle d'un électro-aimant en forme de fer à cheval M fermé par l'armature A; sur l'autre pôle du même électro-aimant se trouve l'enroulement secondaire S du transformateur.

Pour augmenter le rendement du transformateur ci-dessus et éviter la production de courants parasites dans l'électro-aimant M, on a formé le noyau de ce dernier uniquement de disques en tôle isolés les uns des autres Les extrémités de l'enroulement secondaire communiquent chacune dent de la position du commutateur. Au moyen de la pédale disposée en bas, on peut faire avancer plus ou moins la bobine secondaire de haute fréquence HS sur la bobine HP; par suite, dans la bobine secondaire précitée, selon la position qu'elle occupe, un nouveau courant de haute fréquence plus ou moins intense se trouve induit. Dans le circuit vibratoire de ce courant, on introduit le corps du malade en intercalant la batterie des bouteilles de Leyde au moyen des bornes $K_1$ jusqu'à $K_4$. Dans l'enroulement de la bobine HS

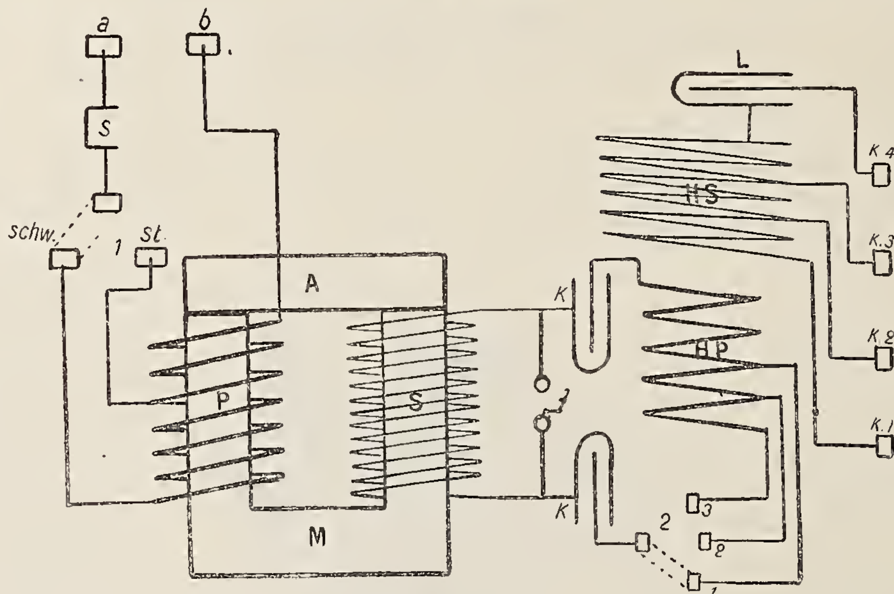



Fig. 177.

avec une armarture des deux condensateurs K; par suite, la haute fréquence se trouve produite, de la manière connue, sur la distance explosive montée en parallèle. Le courant primaire de haute fréquence HP, interrompu par le commutateur 2, communique avec les autres armatures des deux condensateurs K et il forme un circuit oscillatoire dont la fréquence et l'intensité dépensont intercalés en son centre les bornes de l'ampéremètre placé sur la table de commutation.

Comme on l'a indiqué plus haut, il est permis d'espérer que la diathermie, munie de ce nouvel appareil , deviendra un agent thérapeutique précieux dans les cas d'affections cardiaques, de rhumatismes, de névralgies, etc.

G.

# La concession de la Société anonyme " Energie Electrique de Meuse et Marne ".

Le *Journal officiel* a publié récemment le cahier des charges annexé à la convention du 2 août 1912, passée entre l'État et cette Société pour la concession d'une distribution d'énergie électrique dans diverses communes des départements de la Haute-Marne, de la Meuse et de la Marne, pour une durée de quarante années.

Voici la liste des communes comprises dans cette concession et pour lesquelles la distribution d'énergie électrique est destinée à tous usages.

HAUTE-MARNE :

| | Habitants. |
|---|---|
| Bettancourt, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy. . . . . . . . . . . | 299 |
| Chancenay, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy. . . . . . . . . . . | 362 |
| Chamouilley, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy. . . . . . . . . . . | 1160 |
| Hallignicourt, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy. . . . . . . . . . | 248 |

| | Habitants. |
|---|---|
| Perthes, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 483 |
| Valcourt, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 206 |
| Hoëricourt, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 249 |
| Moëslains, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 121 |
| Eclaron, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 860 |
| Humbécourt, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 403 |
| Allichamps, canton et arr. de Wassy | 442 |
| Louvemont, canton et arr. de Wassy | 778 |
| Attancourt, canton et arr. de Wassy | 266 |
| Montreuil-sur-Blaise, canton et arr. de Wassy | 315 |
| Vaux-sur-Blaise, canton et arrond. de Wassy | 662 |
| Rachecourt-sur-Blaise, canton et arr. de Wassy | 161 |
| Bailly-aux-Forges, canton et arr. de Wassy | 256 |
| Suzémont, canton et arr. de Wassy | 31 |
| Doulevant-le-Petit, canton et arr. de Wassy | 38 |
| Ville-en-Blaisois, canton et arrond. de Wassy | 259 |
| Dommartin-le-Franc, canton et arr. de Wassy | 420 |
| Courcelles-sur-Blaise, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 184 |
| Baudrecourt, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 227 |
| Charmes-la-Grande, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 372 |
| Charmes-en-l'Angle, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 59 |
| Brachay, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 164 |
| Flammerécourt, canton de Doulevant-le-Château, arr. de Wassy | 162 |
| Roches-sur-Marne, canton de Saint-Dizier, arr. de Wassy | 439 |
| Eurville, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 1871 |
| Bienville, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 857 |
| Prez-sur-Marne, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 223 |
| Laneuville-à-Bayard, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 269 |
| Gourzon, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 456 |
| Fontaines, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 357 |
| Sommeville, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 301 |
| Rachecourt-sur-Marne, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 923 |
| Chevillon, ch.-lieu de canton, arr. de Wassy | 1003 |
| Breuil-sur-Marne, canton de Chevillon, arr. de Wassy | 183 |
| Curel, canton de Chevillon, arrond. de Wassy | 453 |
| Chatonrupt, canton de Joinville, arr. de Wassy | 328 |
| Autigny-le-Petit, canton de Joinville, arr. de Wassy | 87 |
| Autigny-le-Grand, canton de Joinville, arr. de Wassy | 195 |
| Vecqueville, canton de Joinville, arr. de Wassy | 721 |
| Thonnance-lès-Joinville, canton de Joinville, arr. de Wassy | 1202 |
| Suzannecourt, canton de Joinville, arr. de Wassy | 300 |
| Rupt, canton de Joinville, arr. de Wassy | 269 |
| Fronville, canton de Joinville, arr. de Wassy | 275 |
| Saint-Urbain, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 557 |
| Mussey-sur-Marne, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 324 |
| Donjeux, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 597 |
| Rouvroy, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 310 |
| Gudmont, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 330 |
| Villiers-sur-Marne, canton de Doulaincourt, arr. de Wassy | 227 |
| Brousseval, canton et arr. de Wassy | 922 |
| Saint-Dizier, ch.-lieu de canton, arr. de Wassy | 14661 |

### Meuse.

| | |
|---|---|
| Baudonvilliers, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 149 |
| Saudrupt, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 240 |
| Brillon, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 565 |
| Combles, canton et arr. de Bar-le-Duc | 326 |
| Savonnières-devant-Bar, canton et arr. de Bar-le-Duc | 358 |

| | Habitants. |
|---|---|
| Longeville, canton et arr. de Bar-le-Duc | 900 |
| Tannois, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 475 |
| Guerpont, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 363 |
| Tronville-en-Barrois, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 1290 |
| Givrauval, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 344 |
| Menaucourt, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 378 |
| Naix-aux-Forges, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 302 |
| Longeaux, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 208 |
| Villers-le-Sec, canton de Montiers-sur-Saulx, arr. de Bar-le-Duc | 308 |
| Dammarie-sur-Saulx, canton de Montiers-sur-Saulx, arr. de Bar-le-Duc | 864 |
| Savonnières en Perthois, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 929 |
| Juvigny-en-Perthois, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 408 |
| Cousances-aux-Forges, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 1730 |
| Cousancelles, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le Duc | 512 |
| Ville-sur-Saulx, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le Duc | 330 |
| Lisle-en-Rigault, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 751 |
| Trémont, canton et arr. de Bar-le-Duc | 519 |
| Beurey, canton de Revigny, arr. de Bar-le-Duc | 347 |
| Couvonges, canton de Revigny, arr. de Bar-le-Duc | 200 |
| Mognéville, canton de Revigny, arr. de Bar-le-Duc | 538 |
| Bazincourt, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 217 |
| Rupt-aux-Nonains, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le-Duc | 533 |
| Ancerville, chef-lieu de canton, arr. de Bar-le-Duc | 1995 |
| Ligny-en-Barrois, chef-lieu de canton, arr. de Bar-le-Duc | 5488 |
| Nançois-le-Petit, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 456 |
| Velaines, canton de Ligny-en-Barrois, arr. de Bar-le-Duc | 763 |

MARNE.

| | Habitants. |
|---|---|
| Pargny-sur-Saulx, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 770 |
| Plichancourt, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 165 |
| Frignicourt, canton et arr. de Vitry-le-François | 500 |
| Luxémont-Villotte, canton et arr. de Vitry-le-François | 148 |
| Matignicourt et Goncourt, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 139 |
| Orconte, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 276 |
| Sapignicourt, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 202 |

En outre, la concession est accordée pour tous autres usages que l'éclairage public et privé dans les communes suivantes :

HAUTE-MARNE.

| | |
|---|---|
| Joinville, ch.-l. de canton, arr. de Wassy | 3680 |
| Wassy, ch.-lieu d'arrondissement | 3674 |

MEUSE.

| | |
|---|---|
| Revigny, ch.-lieu de canton, arr. de Bar-le-Duc | 1715 |
| Haironville, canton d'Ancerville, arr. de Bar-le Duc | 501 |
| Robert-Espagne, canton et arr. de Bar-le-Duc | 1134 |
| Contrisson, canton de Revigny, arr. de Bar-le-Duc | 610 |
| Andernay, canton de Revigny, arr. de Bar-le-Duc | 304 |
| Bar-le-Duc, ch.-lieu d'arrondissement | 17307 |

MARNE.

| | |
|---|---|
| Vitry-le-François, ch.-lieu d'arrondissement | 8487 |
| Brusson, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 185 |
| Le Buisson, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 178 |
| Bignicourt-sur-Saulx, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 276 |
| Ponthion, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 222 |
| Vitry-en-Perthois, canton et arr. de Vitry-le-François | 677 |
| Etrepy, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 245 |
| Sermaize-lès-Bains, canton de Thiéblemont-Farémont, arr. de Vitry-le-François | 2660 |

Le réseau sera alimenté au moyen de postes centraux, qui feront partie intégrante de la concession et seront situés à l'intérieur de son périmètre.

Les ouvrages destinés à la production de l'énergie et à son transport jusqu'à chacun des postes centraux ne seront pas soumis aux dispositions du cahier des charges et devront être établis, s'il y a lieu, en vertu de permissions ou de concessions distinctes données en conformité de la loi du 15 juin 1906.

Le concessionnaire sera tenu d'établir au moins 100 000 m de canalisation. Il devra en présenter le projet dans le délai de six mois, à partir de l'approbation définitive de la concession.

Les travaux seront commencés dans le délai de six mois, à dater de l'approbation des projets et poursuivis sans interruption, de manière à être achevés dans le délai de deux ans et demi, à dater de l'approbation des projets.

Le concessionnaire sera tenu d'installer toute ligne pour laquelle un ou plusieurs des propriétaires des immeubles à desservir lui garantira, pendant cinq ans, une recette brute annuelle de 3 fr pendant les cinq premières années et les cinq dernières années de la concession; 2 fr pendant les années intermédiaires, par mètre courant de canalisation aérienne ou une recette brute annuelle de 5 fr par mètre courant de canalisation souterraine, la longueur à établir étant comptée à partir du réseau déjà existant, sans y comprendre la longueur des branchements qui desserviront chaque immeuble.

Les projets de la ligne réclamée devront être présentés par le concessionnaire dans le délai d'un mois à partir de la demande qui lui en aura été faite. La ligne devra être achevée et mise en service dans le délai de quatre mois à dater de l'approbation des projets si sa longueur est inférieure à 500 m et dans le délai de 6 mois si sa longueur est supérieure.

Le courant primaire sera alternatif; sa tension n'excédera pas 30 000 volts. Des postes de transformation seront établis dans chaque commune à desservir, dès que les demandes d'énergie dans cette commune correspondront à une demande instantanée de 10 kilovolts-ampère et qu'un réseau secondaire sera exigible dans les conditions de l'article 14. L'obligation d'établir des postes de transformateurs ne s'applique pas aux lignes de transport à 30 000 volts.

La tension du courant distribué aux abonnés est fixée à 110 volts pour l'éclairage et à 190 pour tous autres usages. Toutefois, pour les puissances élevées, la distribution pourra atteindre la tension de 10 000 volts des lignes primaires.

La fréquence du courant distribué est fixée à 50 périodes par seconde; elle ne doit pas varier de plus de 5 0/0 en plus ou en moins de sa valeur normale.

Les canalisations souterraines seront placées directement dans le sol; toutefois, elles pourront, sur la demande du concessionnaire, être placées dans des galeries accessibles et elles devront l'être lorsque les services de voirie l'exigeront. Sauf aux traversées des chaussées, elles seront toujours sous les trottoirs, à moins d'une autorisation spéciale.

A la traversée des chaussées fondées sur béton et des voies de tramways, les dispositions nécessaires seront prises pour que le remplacement des canalisations soit possible sans ouverture de tranchée.

Les canalisations seront aériennes sous réserve des cas particuliers qui pourront se présenter au moment de l'étude des projets.

Les branchements sur les canalisations établies sur une ou sous les voies publiques ayant pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des immeubles desservis jusques et y compris soit la boîte du coupe-circuit principal, soit le poste du transformateur, seront installés et entretenus par le concessionnaire et feront partie intégrante de la distribution. Les frais d'installation des branchements seront remboursés au concessionnaire par les propriétaires ou abonnés, conformément au tarif ci-après :

1° Entrée de poste complète, 30 fr;

2° Planchette de compteurs avec coupe-circuits généraux et interrupteur général, 18 fr;

3° Canalisation jusqu'à 15 m et 5 ampères, 15 fr.

Au-dessus de 5 ampères et jusqu'à 50 ampères, augmentation de 2,50 fr par ampère supplémentaire de débit de branchement, toute fraction d'ampère comptant pour un ampère entier.

Ces prix comprennent la fourniture et la pose des lignes, isolateurs, ferrures, pipes d'entrée, planchette de compteur, coupe-circuits, avec fusibles, interrupteur général et s'entendent pour des branchements aériens d'une longueur maximum de 15 m et pour la basse tension. Le prix des branchements souterrains ou des branchements aériens dépassant 50 ampères de débit et 15 m de longueur seront établis conformément à la série des prix de la Société centrale des architectes de Paris, édition la plus récente, frappée d'un rabais de 5 0/0.

Les propriétaires ou abonnés seront dispensés du remboursement des frais d'installation du branchement et de la planchette du compteur, à

la condition d'y substituer le payement d'un loyer mensuel au tarif ci-après :

Il sera perçu mensuellement :

1° Par branchement dont la capacité n'excédera pas 50 ampères et la longueur, 15 m, une somme fixe de 0,30 fr, augmentée de 0,15 fr par 5 ampères de débit de branchement, tout débit inférieur à 5 ampères comptant pour 5 ampères.

2° Par planchette de compteur appareillé : 0,20 fr.

Au delà de 50 ampères et de 15 m, les prix seront débattus de gré à gré.

Les branchements intérieurs, les colonnes montantes et toutes dérivations seront établies et entretenues par les soins et aux frais des propriétaires des immeubles.

Les tarifs prévus seront revisables à toute époque par un accord entre l'autorité concédante et le concessionnaire.

Les prix auxquels le concessionnaire est autorisé à vendre l'énergie ne peuvent dépasser les maxima suivants :

VENTE AU COMPTEUR

1° *Tarif général.* — Pour l'éclairage : le kw-heure, 0,60 fr.

Pour tous autres usages : le kw-heure, 0,30 fr, plus une redevance de 33 fr par kilowatt installé et par an.

2° *Tarif spécial.* — Aux abonnés consentant un contrat de cinq ans et une indication de la puissance demandée :

*a)* Pour l'éclairage : 300 fr par an et par kilowatt installé, plus 0,30 fr par kilowatt réellement consommé.

*b)* Pour la force motrice : 100 fr par kilowatt installé et par an, plus 0,08 fr par kw-heure réellement consommé.

Pour la force motrice au-dessous de 15 kw, maximum, avec utilisation minimum garantie de 1200 heures par an, à la puissance totale indiquée : 33 fr par kilowatt installé par an, plus 0,22 fr par kw-heure réellement consommé pour les puissances jusqu'à 10 kw maximum et 0,20 fr pour les puissances de 10 à 15 kw.

VENTE A FORFAIT

Pour l'éclairage. — Du coucher au lever du soleil :

Le kw-an, 750 fr.

Le demi-kw-an, 500 fr.

L'hectowatt-an, 140 fr.

La lampe de 10 bougies, filament de charbon, 24 fr.

La lampe de 16 bougies, filament de charbon, 36 fr.

La lampe de 32 bougies, filament de charbon, 66 fr.

La lampe de 25 bougies, filament métallique, 21 fr.

La lampe de 32 bougies, filament métallique, 26 fr.

La lampe de 50 bougies, filament métallique, 38 fr.

Pour les lampes à forfait, il est fait exclusivement emploi de douilles spéciales fournies et posées par le concessionnaire, au tarif indiqué dans la police d'abonnement.

Si, par suite des progrès de la science, le concessionnaire peut offrir au public d'autres types de la lampe à forfait plus avantageux, il devra en proposer et en faire autoriser l'emploi et faire approuver les prix de fourniture, tant du courant que des lampes, au moyen d'un avenant à la police d'abonnement établi dans les mêmes conditions que la police type prévue par l'article 18 du présent cahier des charges.

Si le concessionnaire abaisse pour certains abonnés les prix de vente de l'énergie pour l'éclairage électrique, avec ou sans conditions, au-dessous des limites fixées par le tarif maximum prévu ci-dessus, il sera tenu de faire bénéficier des mêmes réductions tous les abonnés placés dans les mêmes conditions de puissance, d'horaire, d'utillisation, de consommation, de durée d'abonnement et de tarif maximum.

A cet effet, il devra établir et tenir constamment à jour un relevé de tous les abaissements consentis, avec mention des conditions auxquelles ils sont subordonnés. Un exemplaire de ce relevé sera déposé dans chacun des bureaux où peuvent être contractés des abonnements et tenu constamment à la disposition du public et des agents du contrôle.

*Tarifs applicables aux services publics.*

Les services publics de l'Etat, des départements et des communes bénéficieront d'une réduction de 20 0/0 sur le tarif maximum prévu ci-dessus.

Les établissements publics et les associations agricoles organisées par l'administration, en vertu des lois du 16 septembre 1807, du 14 floréal an XI et du 8 avril 1898 ou autorisées en conformité des lois des 21 juin 1865, 22 décembre 1888, bénéficieront d'une réduction de 10 0/0.

Les compteurs servant à mesurer les quantités d'énergie livrées aux abonnés par le concessionnaire seront d'un des types approuvés par le ministre des travaux publics, après avis du comité d'électricité institué conformément à la loi du

15 juin 1906. Pour chaque type, le ministre déterminera la valeur des écarts dans la limite desquels les compteurs seront considérés comme exacts.

Les compteurs seront fournis, posés, plombés et entretenus par le concessionnaire qui percevra à titre de rémunération pour ce service : une somme mensuelle de 0,75 fr augmentée de 0,25 fr par 5 hw de puissance du compteur. Toute quantité inférieure à 5 hw comptera pour 5 hw, sauf pour les compteurs au-dessous de cette puissance, pour lesquels la somme de 0,25 fr sera réduite proportionnellement à la puissance du compteur.

Au delà de 50 hw, les prix seront débattus de gré à gré. Ils seront, dans tous les cas, inférieurs aux tarifs ci-dessus.

Le concessionnaire pourra procéder à la vérification des compteurs aussi souvent qu'il le jugera utile, sans que cette vérification donne lieu à son profit à aucune allocation en sus des frais d'entretien mentionnés à l'article précédent.

L'abonné aura toujours le droit de demander la vérification du compteur, soit par le concessionnaire, soit par un expert désigné d'un commun accord, ou, à défaut d'accord, désigné par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique. Les frais de la vérification seront à la charge de l'abonné si le compteur est reconnu exact ou si le défaut d'exactitude est à son profit; ils seront à la charge du concessionnaire si le défaut d'exactitude est au détriment de l'abonné.

L'abonné sera tenu de verser, à titre d'avance sur la consommation, une somme qui ne pourra être supérieure à 5 fr par hw de puissance du compteur.

# Calcul pratique des distributions d'énergie par courant continu.

*(Suite et fin)* (1).

**Ligne alimentée par ses deux extrémités.** — Le dernier cas que nous examinerons est celui d'une ligne alimentée par ses deux extrémités (fig. 178).

Les notations sont les mêmes que précédemment, mais la tension $U$ existe en A B et en C D.

Voyons d'abord ce qui se passe dans la partie gauche de la figure. En A B nous avons la tension $U$ et dans la portion A$a_1$ $b_1$ B circule un certain courant $I_1$ qui détermine dans cette partie de la canalisation une certaine chute de tension $u_1$ telle que

$$u_1 = 0{,}036\, l \frac{I_1}{s} \qquad (116)$$

de sorte qu'en $a\, b_{11}$ la tension, diminuée de $u_1$ est

$$U_1 = U - u_1$$

En $a_1\, a_2\, b_2\, b_1$ le courant est $I_1 - i_1$ et la chute de tension correspondante est

$$u_2 = 0{,}036\, l \frac{I_1 - i_1}{s} \qquad (117)$$

Nous admettons, conformément à la pratique la plus courante, que la section du câble est uniforme.

La tension en $a_2\, b_2$ est

$$U_2 = U_1 - u_2 = U - u_1 - u_2 \qquad (118)$$

De même en $a_3\, b_3$ la tension $U_3$ est

$$U_3 = U - u_1 - u_2 - u_3 \qquad (119)$$

et ainsi de suite.

Du côté droit de la figure les choses se passent de façon analogue.

En $c\, d$ nous avons aussi la tension $U$. En $a_n$ $b_n$ nous avons cette tension diminuée de la chute dans la portion C$a_n$ $b_n$ D, soit :

$$U_n = U - u_{n+1} \qquad (120)$$

En $a_{n-1}\, b_{n-1}$ la tension serait celle qui existe en $a$ $b_n$ diminuée de la chute de tension dans la portion $a_{n-1}\, a_n\, b_n\, b_{n-1}$, soit :

$$U_{n-1} = U_n - u_n = U - u_{n+1} - u_n \qquad (121)$$

On aurait de même

$$\left.\begin{aligned} U_{n-2} &= U - u_{n+1} - u_n - u_{n-1} \\ U_{n-3} &= U - u_{n+1} - u_n - u_{n-1} - u_{n-2} \end{aligned}\right\} (122)$$

et ainsi de suite.

Ainsi la tension entre les deux conducteurs A C

(1) Voir *l'Electricien*, 1912, n° 1128, 10 août, p. 84 n° 1129, 17 août, p. 103, n° 1130, 24 août, p. 117, n° 1133 14 septembre, p. 166, n° 1135, 28 septembre, p. 197, n° 1136, 5 octobre p, 214, n° 1137, 12 octobre, p. 229, n° 1138, 19 octobre, p. 247, n° 1139, 26 octobre, p. 262, n° 1141, 9 novembre, p. 290, n° 1142, 16 novembre, p. 328.

et B D décroît quand on va de l'origine A B vers le centre; inversement elle croît si on va du centre vers A B.

Il en est de même pour la portion de droite. De la région C D, — qui est aussi origine, — vers le centre, la tension va en décroissant et inversement elle croît du centre vers C D.

Si donc, partant de A B, on parcourt la canalisation jusqu'à C D, on rencontre d'abord des régions où la tension va continuellement en décroissant; mais quand on a dépassé un certain point intermédiaire, la tension doit à nouveau croître puisque nous venons de voir que quand on se déplace vers C D, dans le sens A C, la tension doit croître, au moins, à partir d'une certaine région plus ou moins voisine de C D.

Donc, en définitive, de A B à C D, la tension d'abord décroissante, passe par un minimum, puis croît à nouveau pour reprendre en C D la même valeur qu'en A B.

Soit M N la région de la canalisation où la différence de potentiel entre les conducteurs A C et B D est minimum. Cette région M N peut aussi bien tomber entre deux récepteurs que coïncider avec la position de l'un d'eux. Supposons-la d'abord entre deux récepteurs consécutifs et, par exemple, pour fixer les idées, entre les récepteurs n° 8 et n° 9 Elle sépare la canalisation en deux régions, l'une à gauche comprenant les récepteurs n° 1 à n° 8, qui est alimentée uniquement par l'extrémité A B de la ligne; l'autre à droite comprenant les récepteurs n° 9 à $n$, qui est alimentée uniquement par l'autre extrémité C D. Et il est bien clair que le récepteur n° 8 et — *a fortiori* aucun des autres récepteurs de gauche, — ne peut recevoir de courant provenant de l'extrémité de droite; en effet, il y a aux bornes de ce récepteur une tension supérieure à celle qui existe en M N; or, si la source de droite existait seule, elle ne saurait produire aux bornes du récepteur n° 8 qu'une tension inférieure à celle de M N en raison de la chute de tension qui se produirait entre M N et ce récepteur n° 8.

Les mêmes conclusions subsistent lorsque la position de M N coïncide avec la position d'un récepteur, mais alors ce récepteur reçoit à la fois du courant provenant des deux extrémités A B et C D.

De ce que les tensions en A B et C D sont supposées rigoureusement égales, il suit que la chute de tension est la même dans les deux portions A M N B et C M N D.

Traçons (fig. 178) la droite Z Z' parallèle à A C et B D et situées à une distance B X de B D qui, à une certaine échelle, représente précisément $U$. B X est perpendiculaire par construction à B D et à Z Z'. Menons par les positions de chacun des récepteurs des parallèles à B Z jusqu'à leur rencontre en $A_1$, $A_2$, $A_3$ avec Z Z'. Sur ces droites, à partir de Z Z', portons des longueurs $A_1\,\alpha_1$, $A_2\,\alpha_2$, $A_3\,\alpha_3$, qui, à la même échelle, représentent les tensions aux bornes des récepteurs correspondants. $A_m\,\alpha_m$ sera la représentation de la différence de potentiel minimum; la ligne brisée B $\alpha_1$ $\alpha_2$ $\alpha_3$ $\alpha_m$ $\alpha_{n-2}$ $\alpha_{n-1}$ $\alpha_n$ D figurera la variation de la tension, si on la rapporte à Z Z'. Elle figurera, au contraire, la variation de la chute de tension si on la rapporte à la droite de référence B D. Dans ce dernier cas, $b_1\,\alpha_1$ est, à l'échelle choisie, la chute de tension de A B en $a_1\,b_1$; de même, $b_2\,\alpha_2$ est la chute totale de tension de A B en $a_2\,b_2$, etc., N $\alpha_m$ est la chute totale de tension de A B en M N et on voit qu'elle est aussi la chute totale de tension de M N en C D.

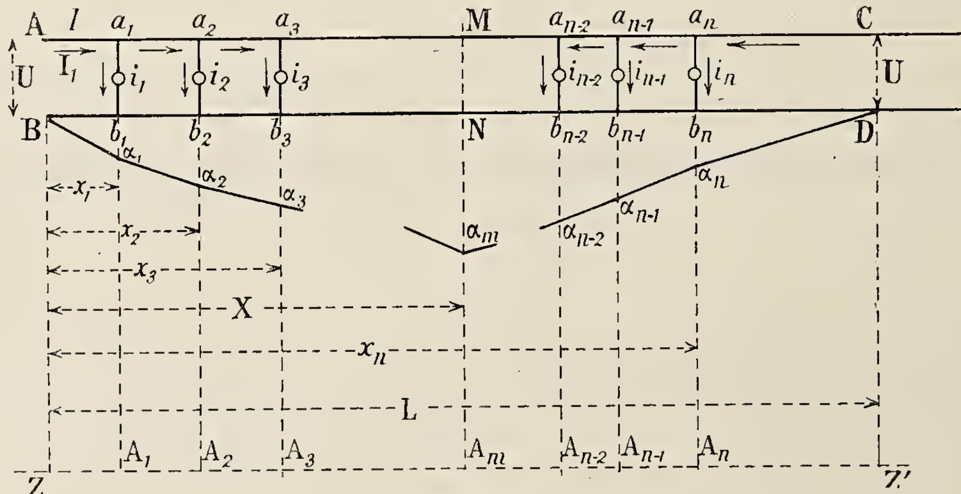


Fig. 178.

On déterminera une telle canalisation par la condition que la chute maximum de tension N $\alpha_m$ reste inférieure ou au plus égale à la limite qu'on s'est fixée.

Nous allons chercher à calculer cette chute maximum N $\alpha_m$. Il y a également intérêt à con-

naître la position de M N afin de se rendre compte de la répartition des courants. A cet effet, nous désignerons par X, la distance de A B à M N.

La ligne fictive M N est d'ailleurs plus qu'une

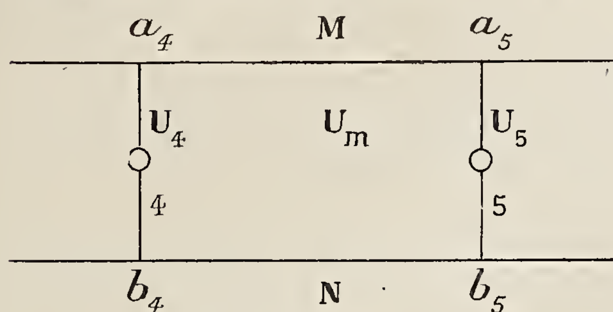



Fig. 179.

simple conception théorique. On peut, sur une telle canalisation, en trouver expérimentalement la position en recherchant, au moyen d'un voltmètre, le point où la différence de potentiel est minimum entre les deux conducteurs principaux. Il faut employer un galvanomètre à grande résistance de façon à n'introduire qu'un courant de dérivation supplémentaire négligeable.

Cette ligne M N peut coïncider avec un des récepteurs ou bien être comprise entre deux récepteurs consécutifs.

Ce dernier cas mérite une remarque particulière. Supposons par exemple (fig. 179) que la ligne M N, c'est-à-dire le point de la canalisation où la différence de potentiel entre conducteurs est minimum, tombe entre les récepteurs 4 et 5. Désignons par $U_4$ et $U_5$ les tensions aux bornes de ces récepteurs et par $U_m$ la tension minimum $U_m$ en M N. $U_m$ est à la fois plus petit que $U_4$ et plus petit que $U_5$ par hypothèse. Cela exige que $U_4$ soit égal à $U_5$. En effet, s'il en était autrement, si, par exemple, $U_5$ était plus grand que $U_4$, un courant $j$ circulerait du récepteur 5 vers le récepteur 4. Soient $r$ et $r'$ les résistances des portions de la canalisation comprise d'une part entre le récepteur 5 et M N, d'autre part entre M N et le récepteur 4. Le courant $j$ aurait pour valeur

$$j = \frac{U_5 - U_4}{r + r'}$$

La chute de tension produite par ce courant $j$ aurait pour effet de faire décroître régulièrement la tension de $U_5$ vers $U_4$. Il ne pourrait donc y avoir en M N de minimum de tension. Par conséquent, pour que M N puisse se trouver entre deux récepteurs, il faut que deux consécutifs des récepteurs aient même tension aux bornes, cette tension étant inférieure à celle de tout autre récepteur desservi par la même canalisation.

Tous les récepteurs à gauche de M N reçoivent, comme nous l'avons antérieurement indiqué, leur courant de la seule source de gauche; de même ceux qui sont à droite de M N, sont alimentés par la source de droite.

Les choses se passent de même lorsque M N coïncide avec un récepteur, sauf pour ce récepteur particulier auquel le courant parvient partie de gauche et partie de droite.

Il est facile de se rendre compte que l'on peut remplacer le système des courants donnés, dérivé en un point que fixe complètement la connaissance des valeurs $R_1$ et $R_2$ des résistances des deux portions dans lesquelles il divise la canalisation (fig. 180).

Il reste à indiquer le mode de détermination de $u_m$. Le calcul est fort simple; il suffit d'appliquer la formule (104) en partant de l'une, puis de l'autre extrémité de la canalisation.

Partons par exemple de l'extrémité A B.

Si le courant $i$ existait seul, la chute de tension $u_1$ de A B en $a_1$ $b_1$ serait

$$u_1 = \frac{0{,}036}{s} x_1 i_1 \qquad (123)$$

Si, en plus du courant $i_1$, on considère la dérivation $i_2$, la chute de tension $u_2$ de A B en $a_2$ $b_2$ sera

$$u_2 = \frac{0{,}036}{s} (x_1 i_1 + x_2 i_2). \qquad (124)$$

En continuant le raisonnement, on voit que chaque addition d'un nouveau récepteur introduit un nouveau terme analogue dans la parenthèse, terme égal au produit du courant consommé par un récepteur par sa distance à A B.

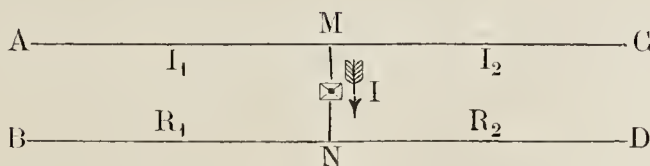



Fig. 180.

Ayant calculé le coefficient numérique $\frac{0{,}036}{s}$,

on calculera donc successivement tous les produits $xi$ jusqu'à l'emplacement d'un récepteur voisin de celui qu'on suppose correspondre à la ligne M N.

On fera de même en partant de l'extrémité C D. On aurait, par exemple

$$u_{n-1} = \frac{0{,}036}{s} \left[ (L - x_n)\, i_n + (L - x_{n-1})\, i_{n-1} \right] \quad (125)$$

De ce côté, on poussera également les calculs jusque vers l'emplacement d'un récepteur voisin de celui qu'on croit coïncider avec M N.

On obtiendra pour les valeurs des chutes de tension entre A B d'une part et les emplacements des récepteurs 1, 2, 3, 4 et entre C D d'autre part et les récepteurs $n$ $(n\text{-}1)$, $(n\text{-}2)$, $(n\text{-}3)$ deux suites de nombres

$$u_1\, u_2\, u_3\, u_4 \ldots\ldots \quad (126)$$

et

$$u_n\, u_{n-1}\, u_{n-2}\, u_{n-3} \ldots\ldots \quad (127)$$

qui vont toutes deux en décroissant et tendent vers la même limite $u_m$. On trouvera forcément $u_m$ quand, ayant calculé les deux suites jusqu'à épuisement de tous les termes, on sera tombé sur deux nombres relatifs à deux récepteurs consécutifs et ayant même valeur numérique ou bien lorsque l'on trouvera dans chacune des deux suites le même nombre correspondant au même récepteur.

Connaissant ainsi $u_m$ par un calcul des plus simples, les équations (124) à (126) fournissent, comme nous l'avons dit, la solution complète du problème et permettent de se rendre exactement compte du fonctionnement de ce type de canalisations.

Nous en avons terminé avec ces considérations puisque les méthodes que nous avons exposées permettent d'étudier d'une façon simple le mode de fonctionnement des divers types de distribution. S'il s'agit d'un réseau complet, on connaît, en effet, par le calcul des feeders et sous-feeders, que nous avons détaillé, les tensions aux nœuds. Les deux derniers cas que nous avons traités sont ceux de tous les autres conducteurs du réseau, puisque ces conducteurs peuvent toujours se ranger dans l'une ou l'autre de ces deux catégories, conducteur alimenté par une extrémité ou conducteur alimenté par deux extrémités.

Dans une prochaine série d'articles, nous montrerons quelles modifications il faut apporter aux méthodes que nous avons exposées lorsque les courants sont alternatifs.

Ch. VALLET.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## DIVERS

### Explosion des gaz grisouteux par arcs électriques.

Le Dr Thornton vient tout récemment de présenter à l'Institution anglaise des ingénieurs des mines, à Newcastle-sur-Tyne, un très intéressant travail sur l'inflammation des gaz de charbon et de méthane par les arcs électriques momentanés. Après avoir mentionné les recherches qui ont été faites précédemment et démontré l'importance qu'il y a à étudier les conditions dans lesquelles de simples étincelles électriques peuvent ou ne peuvent pas enflammer des mélanges de gaz et d'air, il se réfère ensuite aux règlements applicables aux emplois de l'électricité dans les mines anglaises de charbon. Il montre que les nouveaux règlements de 1911 sur les mines défend l'emploi de l'électricité là où il se produit plus de 1/4 0/0 de gaz et limite à 20 volts la tension des circuits de signaux si les fils nus adoptés peuvent venir en contact l'un avec l'autre. Il semble donc qu'il y a lieu d'examiner à nouveau l'ensemble des cas d'inflammation des gaz par simples étincelles, tels qu'ils peuvent se produire dans la pratique des mines spécialement quant aux tensions des circuits de signaux, en se reportant spécialement à l'influence de la tension, au pourcentage des gaz et à la différence existant entre le courant continu et le courant alternatif. Afin de relier ces travaux aux recherches avec des moteurs à gaz, des expériences furent également réalisées avec le gaz de charbon, tel qu'il est employé dans les villes pour l'éclairage et la force motrice. Le Dr Thornton donne des détails circonstanciés sur ses expériences et sur les résultats obtenus au cours de ses conclusions, il dit que pour les mêmes tensions, l'inflammation des mélanges gazeux par des courants continus semblerait dépendre principalement de la substance des électrodes et l'inflammation par courant alternatif de la nature des gaz. L'emploi de bas voltages avec courants alternatifs par les circuits de signaux donnent

une beaucoup plus grande marge de sécurité que cela n'est possible avec le fonctionnement à courant continu. — A.-H. B.

## LAMPES

### Une nouvelle lampe à vapeur de mercure.

A l'Académie des sciences, M. Dastre a présenté, au nom de MM. V. Henri-André Helbronner et de Recklinghausen, une nouvelle lampe à vapeur de mercure d'une puissance beaucoup plus considérable que les lampes connues. Elle est 60 fois plus puissante en rayons ultraviolets que la lampe à 110 volts utilisée actuellement et 11 fois plus puissante que la lampe à 220 volts. Pour une même quantité d'énergie dépensée, la puissance en ultraviolets de cette lampe est 4,6 fois plus grande que la lampe à 220 volts. Ces chiffres ont été déterminés par des actions d'ordre chimique et l'action directe sur les microbes et les infusoires.

Elle est constituée par un tube recourbé en forme d'U dont les branches se touchent presque et réagissent l'une sur l'autre; les électrodes sont situées d'un même côté et permettent l'insertion facile de la lampe dans les appareils pour la stérilisation de l'eau.

## PILES

### Nouveau procédé d'amalgamation des zincs pour piles.

L'*Electrical Review and Western Electrician* indique, dans un de ses récents numéros, une nouvelle méthode d'amalgamation du zinc destiné à entrer dans la composition des piles, méthode qui diffère de l'ancienne consistant à couvrir de mercure la surface du zinc traité ou encore à additionner de mercure le zinc en fusion.

Dans le nouveau procédé en question, dû à M. J. Beattie, on forme d'abord un alliage de mercure et de sodium, puis on ajoute cet alliage au zinc en fusion. On emploie à cet effet environ 96 0/0 de mercure et 4 0/0 de sodium, le sodium durcit le mercure et donne une masse solide, résistant à la rupture.

L'avantage que comporte l'emploi de l'alliage de mercure et de sodinm au point de vue de l'utilisation du mercure seul consiste, suivant l'inventeur, dans la faible perte se produisant du chef de la volatilisation. Quand on emploie le mercure seul, même dans la proportion de 3 0/0, une quantité importante de ce métal se volatilise et s'échappe. Par contre, avec l'alliage de mercure et de sodium, la même perte se trouve réduite dans une mesure considérable. On ajoute au zinc 2 ou 3 0/0 de l'alliage de mercure et de sodium et, par suite de la perte moindre, le zinc retient une plus grande quantité de mercure. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE & RADIOTÉLEPHONIE

### Une puissante station radiotélégraphique en Belgique.

Le *Times* annonce que l'on construit actuellement à Laeken, près Bruxelles, une puissante station radiotélégraphique qui permettra de communiquer avec Boma (Congo) ou directement ou viâ Dakar. On espère pouvoir correspondre entre Bruxelles et Boma vers le commencement de 1913. On compte actuellement 10 stations radiotélégraphiques dans le Congo belge. — G.

### Une ligne radiotélégraphique entre la Norvège et les Etats-Unis.

Suivant l'*Electrical Review and Western Electrician*, la direction des télégraphes norvégiens a passé un contrat avec l'entreprise Marconi pour l'installation et l'exploitation d'un service radiotélégraphique entre la Norvège et les Etats-Unis. La station américaine doit être édifiée à New-York ou dans les environs; quant à la station norvégienne, son emplacement, sur la côte ouest, n'a pas encore été définitivement arrêté. Les deux stations en question seront très puissantes, peut-être les plus puissantes du monde. On a choisi la Norvège comme point de départ, afin que la ligne soit directe et qu'elle ne passe au-dessus d'aucune autre terre. — G.

# Nouvelles

Ambérieux-en-Dombes (Ain). — La demande présentée par la Société Union électrique pour la concession d'une distribution d'énergie électrique a été soumise au Conseil municipal qui a émis un vœu favorable. (Commune de 805 habitants du canton de Saint-Trivier-sur-Moignans, arrondissement de Trévoux.)

Aubagne (Bouches-du-Rhône). — Un crédit de

600 000 francs vient d'être voté par le Conseil général pour l'établissement d'une ligne de tramways d'Aubagne à Gémenos (Aubagne, chef-lieu de canton de 9614 habitants de l'arrondissement de Marseille. — Gémenos, commune de 1510 habitants du canton d'Aubagne.)

Brassac-les-Mines (Puy-de-Dôme). — La municipalité vient d'accepter en principe les propositions qui ont été soumises par l'Omnium régional d'électricité de Lempdes (Haute-Loire), pour une distribution d'éclairage électrique. (Commune de 2306 habitants du canton de Jumeaux, arrondissement d'Issoire).

La Ferté sous-Jouarre (Seine-et-Marne). — La concession d'une distribution d'énergie électrique vient d'être accordée pour une durée de 40 ans à M. Joubert, ingénieur. (Chef-lieu de canton de 4841 habitants de l'arrondissement de Meaux.)

Génelard (Saône-et-Loire). — M. A. Belleville a demandé à la municipalité de Génelard l'autorisation de voirie nécessaire pour installer sur le territoire de cette commune une ligne de transmission à 10 000 volts, destinée à alimenter les communes de Perrecy-lès-Forges (1892 habitants), Saint-Romain-sous-Versigny (298 habitants) et Toulon-sur-Arroux (2060 habitants). L'énergie serait fournie par la Compagnie électrique de la Crisne à Génelard. (Commune de 1693 habitants du canton de Toulon-sur-Arroux, arrondissement de Charolles.)

Graville-Sainte Honorine (Seine-Inférieure). — Le Conseil municipal va examiner le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 13 273 habitants du 4e canton et arrondissement du Havre.)

Héricy (Seine-et-Marne). — La Société Gaz et Eaux vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 1084 habitants du canton du Châtelet-en-Brie, arrondissement de Melun.)

Hyères (Var). — Le projet présenté par M. Lebouvier pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique vient d'être soumis à l'enquête. (Chef-lieu de canton de 17 790 habitants de l'arrondissement de Toulon.)

Issoire (Puy-de-Dôme). — La concession d'une distribution d'énergie électrique pour une durée de 23 ans vient d'être accordée à M. Grivolas. L'énergie électrique sera fournie par l'usine hydraulico-électrique des Granges. (Chef-lieu d'arrondissement de 5603 habitants.)

La Londe-lès-Maures (Var). — Le projet d'installation d'une distribution d'énergie électrique, présenté par la Société Energie électrique du littoral méditerranéen, vient d'être mis à l'enquête. (Commune de 2972 habitants du canton d'Hyères, arrondissement de Toulon.)

Luçon (Vendée). — La concession d'une distribution d'énergie électrique va être accordée à M. Guinaudeau. (Chef-lieu de canton de 6766 habitants, arrondissement de Fontenay-le-Comte.)

Lux-Saint-Sauveur (Hautes-Pyrénées). — Le Conseil municipal vient de mettre à l'étude un projet pour la construction d'une usine hydraulico-électrique destinée à alimenter la commune. (Chef-lieu de canton de 1518 habitants de l'arrondissement d'Argelès-Gazost.)

Montoir-de-Bretagne (Loire-Inférieure). — Cette localité va être prochainement dotée d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 9756 habitants du canton et de l'arrondissement de Saint-Nazaire.)

Pernes-de-Vaucluse (Vaucluse). — La concession de l'éclairage électrique vient à expiration le 31 décembre prochain. La municipalité va s'occuper de son renouvellement. (Chef-lieu de canton de 3974 habitants de l'arrondissement de Carpentras.)

Poissy (Seine-et-Oise). — La Société Foucart vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de 7959 habitants, de l'arrondissement de Versailles.)

Pomponne (Seine-et-Marne). — La municipalité est saisie de plusieurs demandes d'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 661 habitants du canton de Lagny, arrondissement de Meaux.)

La Réole (Gironde). — Le Conseil général a voté les crédits nécessaires pour l'étude du prolongement de la ligne du tramway de la Réole à Pellegrue par les Chevalliers, la vallée de la Durèze, Gensac et Pessac-sur-Dordogne, où la ligne rejoindrait celle qui a été prévue par le Conseil général de la Dordogne.

Saint-Maixent (Deux-Sèvres). — La municipalité va prochainement étudier différentes propositions qui lui sont soumises pour l'installation d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 5401 habitants de l'arrondissement de Niort.)

Saint-Quentin (Aisne). — La concession de la distribution d'énergie électrique vient d'être accordée par le Conseil municipal à la Société Saint-Quentinoise. (Chef-lieu d'arrondissement de 52 768 habitants.)

Villars (Ain). — Cette localité sera prochainement pourvue d'une distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu de canton de 1524 habitants, arrondissement de Trévoux.)

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^t-JACQUES.

# Conférence Internationale de l'heure.

PROGRAMME, RÉSULTATS, INSTRUMENTS EXPOSÉS

*(Suite et fin)* (1).

Il suffit dès lors de faire fonctionner le phonographe comme d'ordinaire pour lui faire répéter intégralement les signaux. Les non habitués arrivent aisément à traduire les dépêches au son ainsi enregistrées et répétées autant qu'on veut en réduisant, autant qu'ils le désirent, la vitesse du cylindre du phonographe.

*Ecole d'horlogerie et de mécanique de précision de Paris.*

Cette école exposait quelques-uns des travaux réellement très remarquables exécutés par ses élèves. Ceux de première année présentaient des pièces d'outillage et des calibres. Parmi les pièces construites par les élèves plus avancés, il convient de mentionner :

1° Un régulateur astronomique à balancier en *Invar*, battant la seconde de temps moyen.

2° Un mouvement de régulateur de précision et pièces détachées.

3° Des mouvements de chronomètres de marine, des montres et des échappements à ancre.

*M. Fournier, de Paris.*

1° *Deux chronomètres de marine*, suspension à la Cardan (garde de temps moyen, modèle de précision).

2° *Un compteur et une montre* dite « torpilleur » (modèle de la Marine de l'Etat français).

*Maison Paul Garnier*, de Paris.

1° *Application d'un remontage électrique à un régulateur astronomique.*

Ce régulateur, battant la 1/2 seconde, a un pendule à tige d'invar. Le remontage automatique est alimenté par deux petites piles à liquide immobilisé dont la durée de service peut atteindre trois à quatre ans. Ce régulateur a une marche très régulière et est muni d'un contact électrique distributeur actionnant autant de cadrans récepteurs qu'on le désire. Il peut s'employer dans des gares, usines, écoles, hôtels, etc., par exemple.

2° *Un régulateur battant la seconde, muni d'un remontage automatique du poids moteur.*

Dans ce régulateur, le poids est remonté automatiquement chaque fois que, par suite de la marche du rouage, il est descendu d'une hauteur déterminée Suivant l'importance du poids à remonter, on fait usage de piles, d'accumulateurs ou du courant d'éclairage distribué par un secteur. Ce dispositif est immédiatement applicable à toute horloge ordinaire ou monumentale.

3° *Récepteurs horaires T. S. F.*

Parmi les deux modèles exposés, l'un est du type simplifié, pour réception de l'heure de la tour Eiffel dans Paris ou les environs. L'autre modèle, comportant des bobines d'accord, est plus complet et s'emploie pour la réception des signaux à grande distance.

*M. Gautier, M. Prin, élève et successeur*, Paris.

1° *Un chronographe imprimant destiné à l'Observatoire de Bucarest.*

Cet instrument se compose d'un rouage dont l'échappement intermittent est remplacé par un régulateur isochrone à air de Foucault, c'est-à-dire par un échappement continu. Les aiguilles de cette horloge sont remplacées par trois roues avec chiffres gravés en relief. Ces roues indiquent les minutes, les secondes et les centièmes de seconde; la roue des heures, inutile ici pour les besoins astronomiques, a été supprimée.

Un échappement électrique permet de synchroniser, c'est-à-dire de remettre à l'heure, cette horloge, *à chaque seconde*, au moyen de la pendule mère de haute précision existant dans les observatoires. Un dispositif d'électro-aimant, faisant appliquer très rapidement une bande de papier contre les roues chiffrées, sert à imprimer le temps au 1/100 de seconde près. Le courant est envoyé dans cet électro, par l'astronome, pendant les observations, de telle sorte que les chiffres imprimés traduisent ses *pointés*. Pour éviter l'encrage des roues, le papier passe sous les roues en même temps qu'un papier chimique de composition analogue aux rubans encreurs des machines à écrire.

2° *Micromètre enregistreur destiné à être monté sur la lunette méridienne de l'Observatoire de Cadix.*

Cette lunette a un objectif de 200 mm de diamètre et une longueur de 3,60 m. Le micromètre a pour objet de permettre de pointer l'instant exact du passage d'une étoile au méridien, la direction de ce dernier étant définie par l'axe optique de la lunette, matérialisé par le centre de son objectif et un fil très fin dont la position peut être rectifiée. Ce fil, placé au foyer, est contenu dans le micromètre.

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1143, 22 novembre, p. 321 et n° 1144, 30 novembre, p. 337.

En principe, celui-ci se compose de deux chariots perpendiculaires, commandés par des vis micrométriques; ils portent plusieurs fils afin de pouvoir prendre plusieurs pointés dont on fait la moyenne. Les positions des chariots sont indiquées par les tambours divisés et par des compteurs de tours de vis. Une roue à contacts électriques, montée sur la vis micrométrique d'ascension droite, envoie des courants actionnant l'électro du chronographe ci-dessus décrit, de telle sorte que l'astronome n'a pas besoin de faire de lecture sur les tambours divisés. On évite donc toute possibilité d'erreur. En même temps que le chronographe est ainsi actionné, les chiffres indiqués par les tambours du micromètre s'impriment sur une bande de papier.

3° *Micromètre à grand champ et à trois chariots.*

Ce micromètre fait partie d'un grand équatorial photographique de 6 m de foyer. construit pour l'Observatoire de Bucarest. Les trois chariots sont commandés par des vis micrométriques munies de tambours divisés et de compteurs de tours de vis.

4° *Une petite lunette méridienne portative.*

Cette lunette, spéciale pour missions scientifiques, a un foyer de 45 cm et un objectif de 5 cm. Un cercle divisé permet d'apprécier la 1/2 minute d'arc et un niveau donne les 3 secondes d'arc par division.

5° *Un théodolite à microscopes.*

Cet instrument, destiné à des visées la nuit, est muni d'un éclairage intérieur de la lunette, faisant ressortir les fils du micromètre en noir sur fond brillant. Les divisions des cercles, lues par des microscopes, sont éclairées par de petites lampes à incandescence.

6° *Un cœlostat de Lippmann.*

Cet appareil, muni d'un miroir optiquement plan, travaillé par M. Jobin, et d'un diamètre de 50 cm, est destiné à l'Observatoire astrophysique de Meudon. Il réfléchit, suivant une direction invariable, une image fixe du ciel. Ce résultat est obtenu en faisant tourner le miroir en sens inverse du mouvement diurne, à raison d'un tour en 48 heures, grâce à un mouvement d'horlogerie très précis, construit spécialement dans ce but.

*E. Jaeger de Paris.*

1° *Une horloge astronomique.*

L'échappement est à force constante d'après le système Winnerl et possède deux rouages. Le rouage principal donne l'heure et le rouage secondaire, synchronisé par le premier, sert à établir les circuits de synchronisation des pendules d'un observatoire ou à envoyer des signaux horaires par T. S. F. La pendule peut être réglée sur le temps sidéral ou sur le temps moyen.

2° *Une horloge à un seul rouage.*

Plus simple que la précédente, cette horloge emprunte à un même rouage l'entretien du pendule réglant et l'établissement des contacts électriques divers.

3° *Un chronographe de poche.*

Dans cette montre de précision, le mouvement angulaire de l'aiguille est absolument constant et permet la lecture du $\frac{1}{2400}$ de seconde.

4° *Une série de garde-temps dits « montre de torpilleur ».*

Du type de la marine de l'Etat, ces montres sont munies des organes nécessaires en Invar' corrigeant les erreurs secondaires et en permettant l'emploi avec une exactitude constante malgré des différences de température très importantes.

5° *Un mouvement d'horlogerie à pendule conique.*

Ce mouvement du rouage est uniforme et non pas intermittent comme celui des pendules ordinaires; cet instrument est destiné à conduire automatiquement une lunette équatoriale de manière qu'un astre quelconque donné puisse rester constamment dans le champ de vision.

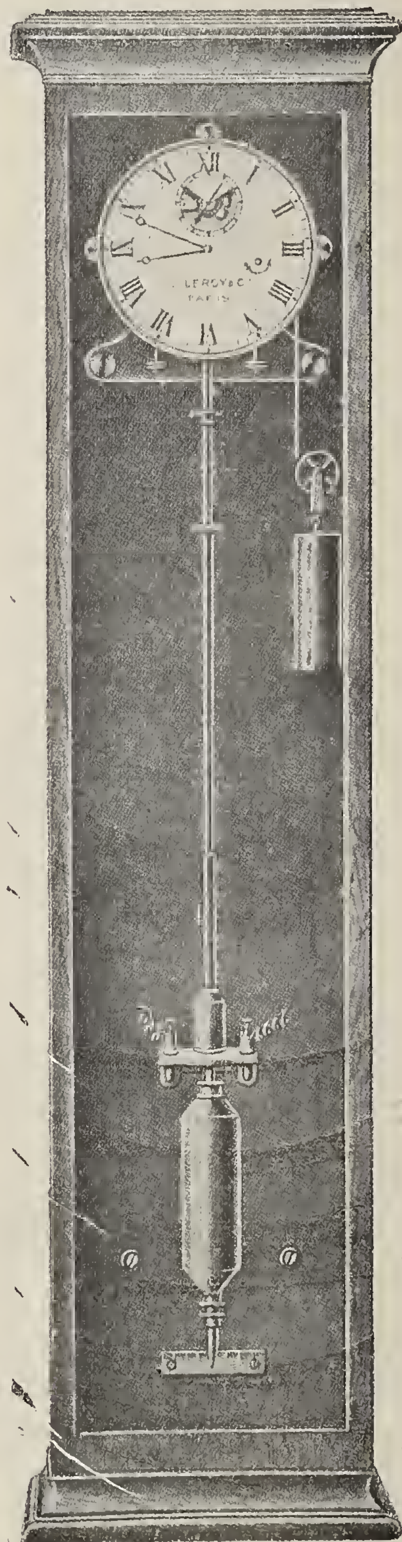


Fig. 181. — Pendule astronomique Leroy.

6° *Un régulateur astronomique à temps si-*

*déral à échappement de Graham, modèle de haute précision.*

7° *Un enregistreur pour diverses indications.*

Cet appareil peut enregistrer automatiquement le temps, les vitesses et d'autres phénomènes.

8° *Divers chronographes de poche et des montres de très faible épaisseur.*

*M. Jobin, de Paris.*

1°) *Deux modèles d'astrolabes à prisme Claude et Driencourt* (grand modèle astronomique, moyen modèle dit géodésique).

2°) *Théodolites divers construits pour le service hydrographique de la marine.*

*M. L. Leroy, de Paris.*

1° *Une pendule astronomique série A, n° 2* (fig. 181).

Cette pendule, identique à celles servant à l'observatoire de Paris pour l'émission de l'heure par la Tour Eiffel, est munie d'un contact d'émission et d'un rectificateur magnétique. Ce dernier organe consiste en un petit aimant porté par le pendule en Invar et mobile au voisinage d'une bobine. En envoyant un courant d'intensité et de sens convenables dans la bobine, on fait à distance avancer ou retarder la pendule, afin de la mettre à l'heure de la pendule directrice située dans les caves.

On emploie la méthode des coïncidences acoustiques, avec microphones répétant à distance le tic-tac de la pendule.

2° *Une pendule électrique synchronisée.*

Cette pendule, exécutée pour le laboratoire radiotélégraphique de la Tour Eiffel, est synchronisée par une pendule mère. Et elle doit servir à l'envoi des signaux rythmés espacés de 1 seconde + 1/50 (détermination des longitudes).

3° *Une pendule synchronisée pour observatoire.*

4° *Une pendulette-chronomètre.*

Cette pendulette, construite sur les indications de MM. Claude et Driencourt, sert à la détermination des longitudes par la méthode des coïncidences; elle donne une précision de $\frac{1}{250}$ de seconde.

5° *Un chronomètre de marine.*

Du type classique, ce chronomètre est muni d'un interrupteur électrique commandé par l'échappement et permettant de faire butter la seconde à un électro-récepteur.

6° *Un chronomètre comparateur.*

Cet instrument sert pour comparer la marche de deux pendules.

7° *Un chronographe enregistreur d'ondes hertziennes.*

Construit par MM. Ancel et Leroy, ce chronographe enregistre le temps, divisé par une pendule pour les secondes, et par un diapason pour les fractions de seconde.

*M. Mouronval, de Paris (ancienne maison Maillat)* :

1° *Un cercle méridien semi-portatif.*

La lunette de ce cercle a un foyer de 80 cm et un objectif de 8 cm. Le bâti en fonte est muni de rappel en azimut et en inclinaison, de manière que l'axe optique puisse être amené à se mouvoir exactement dans le plan du méridien. Le cercle divisé donne les hauteurs des astres à une seconde d'arc près et le micromètre est à deux vis, avec tambours et compteurs de tours. Cet appareil est du type classique.

2° *Théodolite d'Abbadie, modifié par M. Berget.*

Cet instrument nouveau est répétiteur-réitérateur et permet les lectures d'angles à une seconde d'arc près. Muni de tous les perfectionnements de détails suggérés par la pratique, il se démonte en deux parties pesant chacune 12 kg, ce qui facilite le transport dans les explorations scientifiques.

3° *Un pendule portatif invariable.*

Ce pendule, imaginé par M. Bigourdan, président de la Conférence internationale de l'heure, a une tige en *quartz fondu*, avec supports en agate et pointes-mousses en acier. L'ensemble est enfermé dans un grand tube où l'on a fait le vide. Cet instrument, d'un transport facile, se met rapidement en station et peut être lancé sans qu'on ait à craindre de déréglage des pointes de suspension. Tout récemment conçu et réalisé, ce pendule est encore l'objet d'études à l'Observatoire de Paris.

*Ph. Pellin et F. Pellin, de Paris* :

1° *Appareil récepteur de T. S. F.* :

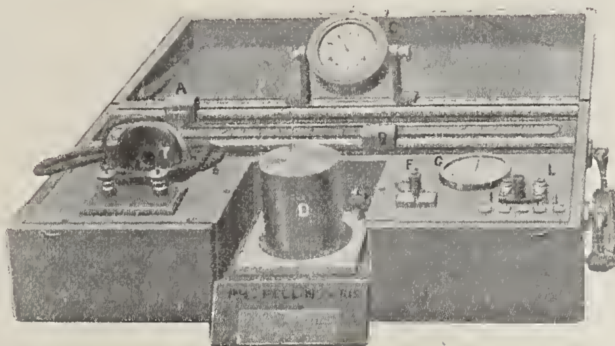


Fig. 182. — Appareil récepteur d'ondes Ph. Pellin.

Cet appareil, dont la figure 182 montre l'ensemble, est dû à MM. Tissot et F. Pellin.

Il se compose d'une boîte contenant une bobine d'accord ou transformateur Oudin, un

condensateur, un récepteur téléphonique T et un détecteur à *contacts solides* D fonctionnant sans

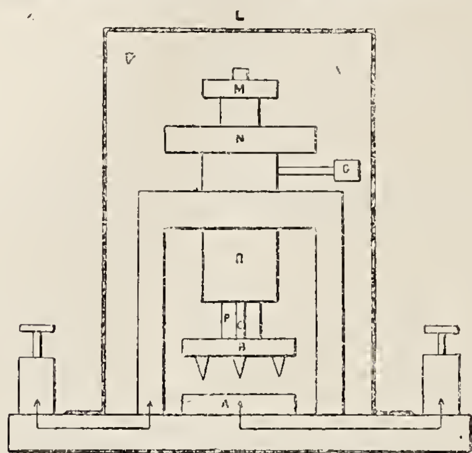


Fig. 183. — Détecteur à contacts solides.

pile. Du côté droit de la boîte se trouve le dispositif de contrôle comprenant un inverseur I, un galvanoscope G, une pile et un commutateur à fiche F. Un chronomètre C peut se placer sur deux supports, comme il est représenté sur la figure.

Le détecteur (fig. 183) est constitué par une électrode fixe A à face sensiblement plane sur laquelle est appuyée, par la pression du ressort R, l'électrode mobile B, dont le mouvement est guidé par le piston P et un ergot C coulissant dans une rainure longitudinale du piston. Un étui cylindrique L en laiton, monté à baïonnette sur le socle, protège le détecteur. En le tournant à fond, une fois emmanché, les bornes sont mises en court-circuit et le détecteur se trouve protégé contre les effets d'oscillations électriques trop puissantes.

Pour mettre le détecteur en service, on amène les pointes de l'électrode supérieure en contact avec l'électrode inférieure A, tournant pour cela le bouton molleté M qui règle la pression des contacts. En tournant le bouton N, on change les points de contact sur l'électrode plane A.

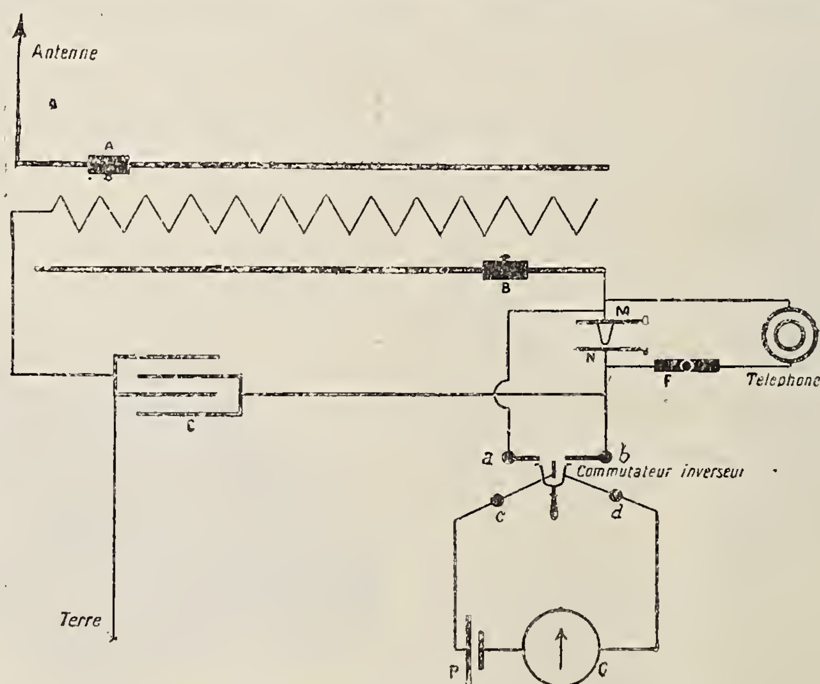


Fig. 184. — Schéma du récepteur d'ondes Ph. Pellin.

La figure 184 indique les connexions intérieures de l'appareil. On procède comme il suit au réglage. Pendant une période d'émission d'ondes, on amène le curseur B vers le milieu de sa course, puis on écoute au récepteur et on déplace le curseur A jusqu'à ce que le son soit maximum. Laissant A en place, on modifie légèrement la position de B de manière à renforcer encore le son si possible. L'important est de ne jamais toucher en même temps aux deux curseurs. Voici comment on procède pour s'assurer du bon fonctionnement du détecteur :

On retire la fiche F, puis on met les pointes du détecteur en contact. On fait ensuite passer le courant de la pile dans le galvanoscope à l'aide de l'inverseur I qu'on manœuvre dans les deux sens. Pour une position de l'inverseur, le galvanoscope doit dévier franchement et ne dévier qu'à peine pour l'autre position.

S'il n'en est pas ainsi, il faut faire varier la pression du contact par la manœuvre du bouton M ou changer les points des contacts en agissant sur le bouton N.

Lorsque le réglage est terminé, on ramène l'inverseur sur la position repos, on replace la fiche F et on coiffe le détecteur de son étui en ayant soin de ne pas tourner à fond ce dernier (ce qui met le détecteur en court-circuit). L'appareil est alors prêt à recevoir dans les meilleures conditions les signaux radiotélégraphiques.

2°) *Récepteur pour les observatoires et détermination des longitudes.*

Ce récepteur, plus complet que le précédent au point de vue des organes d'accord, comprend, en outre, le dispositif de microphone, pile et bobine à induction variable, destiné à faire entendre simultanément dans le téléphone les signaux rythmés émis par la pendule de l'Observatoire de Paris et les battements du chronomètre local (méthode des coïncidences).

M. Pellin présentait enfin l'exemplaire de l'appareil du commandant Tissot ayant servi à la première détermination de la longitude de Brest par rapport à Paris, au moyen de la T. S. F. Cet ap-

pareil, à peu près identique au précédent, est le premier ayant servi à l'application de la méthode des coïncidences par T. S. F.

*MM. Pouthas et Therrode, Paris.*

1° *Un sextant type de la marine de l'État.*

2° *Théodolite altazimutal à verniers.*

3° *Théodolite à lunette centrale.*

4° *Sextant type de la marine de l'État, disposé pour les observations de nuit.*

5° *Petit sextant de poche* (donnant 1 minute d'arc).

6° *Petit cercle hydrographique de poche* (donnant la minute d'arc).

*J. Richard, Paris.*

Les nombreux appareils exposés sont très connus et ont déjà figuré aux expositions annuelles de la Société de physique; en voici simplement la liste :

1° Enregistreur bolométrique, système Turpain.

2° Enregistreur d'orages, avec milliampèremètre, système Turpain.

3° Baromètre à poids, modèle du bureau centrale météorologique.

4° Baromètre enregistreur.

5° Baromètres altimétriques enregistreurs pour ascensions.

6° Thermomètre, hygromètre, psychromètre, évaporomètre, pluviomètre, enregistreur, chronographes, anémomètres, etc.

7° Microampèremètre, système Turpain, enregistrant graphiquement les signaux de l'heure émis par la Tour Eiffel.

8° Résonateur avec micromètre à étincelles, coupé pour l'intercalation d'un récepteur téléphonique.

Ce dernier appareil, réellement historique, dû également à M. Turpain, a été construit *en novembre 1894;* ce fut véritablement le premier appareil récepteur de T. S. F.; il a fonctionné, à l'époque, à travers l'épaisseur de 4 murs.

*Société française radio-électrique, Paris.*

1° *Un récepteur, type P I², Congo-Cameroun.*

Cet appareil de T. S. F. (fig. 185) constitue un poste récepteur complet renfermé dans une boîte de 380 × 310 mm et d'une hauteur de 260 mm. Il suffit de le relier à l'antenne et à une prise de terre. Au Congo, cet appareil recevait parfaitement les signaux de la tour Eiffel.

On utilise le montage par induction et l'accouplement peut varier de zéro au maximum et être, par conséquent, aussi lâche ou aussi serré que possible. La boîte contient : deux détecteurs électrolytiques à quatre anodes amovibles, avec commutateur mettant en circuit à volonté l'une quelconque de ces anodes, un détecteur à cristaux, un potentiomètre, les bobines d'accord, les self et les condensateurs. Deux casques Sullivan à deux écouteurs téléphoniques très sensibles accompagnent cet ensemble.

L'accord peut être réalisé pour toute longueur d'onde comprise entre 200 et 3000 m. Quant à la variation de l'accouplement, on l'obtient en modifiant la pénétration de l'enroulement secondaire à l'intérieur du primaire. Deux commutateurs à manette servent à faire varier la self-induction de ces enroulements dont on achève le réglage en agissant sur la capacité des condensateurs correspondants. Ceux-ci sont à capacité variable d'une manière continue (condensateurs à tiroir).

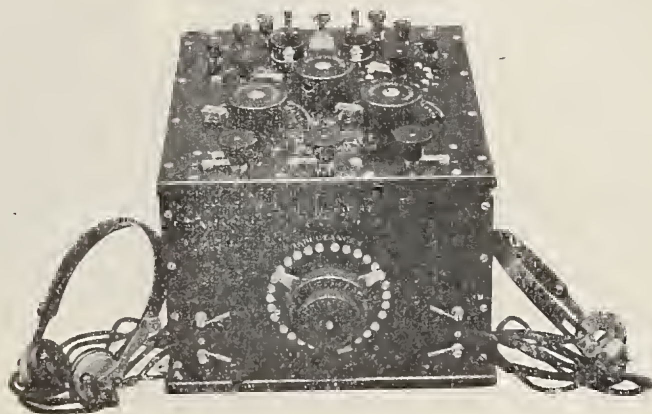


Fig. 185. — Récepteur type P. I. 2.

2° *Un récepteur P. B. portatif pour longitudes.*

L'appareil, dont l'aspect extérieur ressemble au précédent, est un peu moins volumineux et ne pèse que 8 kg. Il utilise le montage normal par dérivation, avec condensateur en série sur le détecteur. On peut accorder l'appareil pour les longueurs d'ondes comprises entre 200 et 2500 m.

Ce modèle a été créé pour la détermination des longitudes en employant la méthode des coïncidences afin de comparer les heures des lieux dont on cherche la différence d'heure ou, ce qui revient au même, la différence de longitude. Les expériences ont été effectuées en Afrique occidentale française.

3° *Un récepteur horaire S. F. R. à détecteur monté avec un écouteur haut parleur.*

Ce modèle, notablement plus simple que les précédents, est accordé pour la longueur d'onde fixe de 2500 m, utilisée pour la transmission de l'heure. Le détecteur électrolytique est alimenté par deux petits accumulateurs et l'écouteur téléphonique est du type haut parleur avec pavillon. On entend ainsi les signaux à une certaine distance et plusieurs observateurs peuvent les noter simultanément.

4° *Un récepteur horaire, type Jégou* (fig. 186).

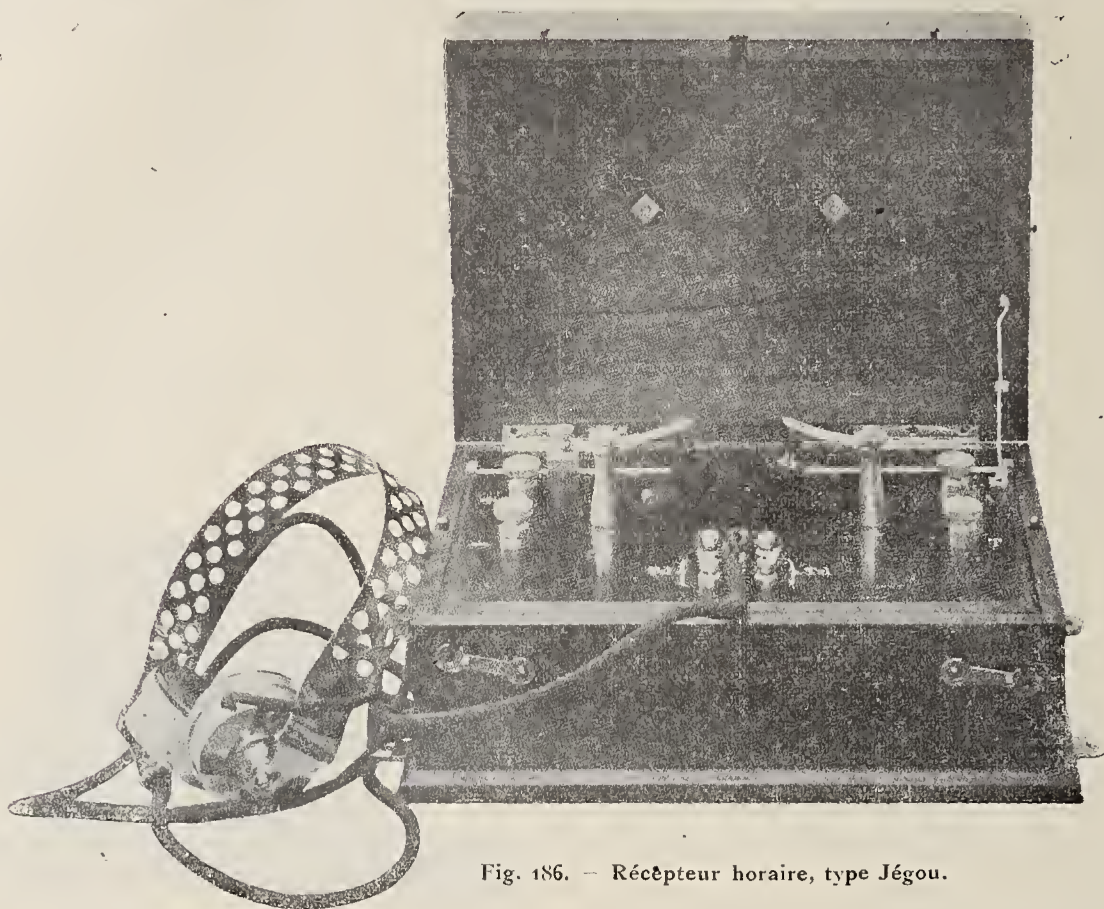


Fig. 186. — Récepteur horaire, type Jégou.

La boîte contient un détecteur électrolytique, système Jégou, décrit dans le *Bulletin de la Société internationale des électriciens* (1), ayant la propriété de fonctionner sous la tension constante donnée par deux petits éléments Leclanché. Le potentiomètre est donc supprimé, puisque la tension critique de *crissement* continu de ce détecteur est légèrement inférieure aux 2,8 volts dont on dispose. Les piles ne débitent donc que pendant le passage des ondes et peuvent, dès lors, durer fort longtemps.

En dehors de la bobine d'accord, la boîte contient encore un petit transformateur d'appareil microphonique. Les ondes parcourent le primaire, et le secondaire, à faible nombre de spires, est branché sur des récepteurs téléphoniques qui peuvent, dès lors, être des modèles de fabrication courante, sans que la sensibilité soit moindre que celle obtenue avec les téléphones de 4000 ohms, relativement coûteux.

(1) *Bulletin* de février 1911, page 27.

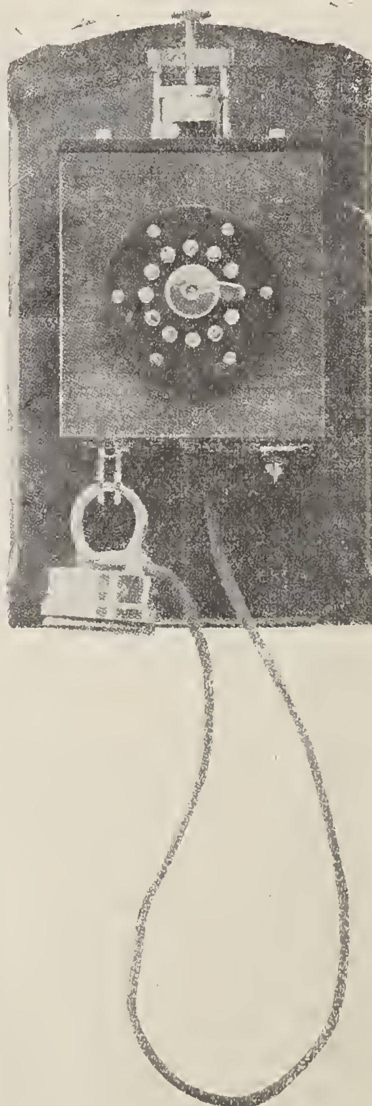


Fig. 187 — Récepteur horaire, type Béthenod.

5° *Un récepteur horaire, type J. Béthenod.*

Représenté par la figure 187, cet appareil est particulièrement simple. Le détecteur, du type A (rectifiant à cristaux), est placé à la partie supérieure de la console-applique. L'accord s'obtient en faisant tourner la manette du commutateur à 13 plots, visible sur le devant. A chaque plot correspond une fraction de la bobine d'accord. L'appareil, fonctionnant sans piles et sans détecteur, sera décrit ci-après. On réunit la borne A à l'antenne et la borne T à la terre. A Paris et dans les environs, il suffit de brancher l'appareil entre une conduite d'eau et une conduite de gaz. Aux grandes distances, une antenne est nécessaire. Enfin, lorsque le récepteur est accroché, l'antenne se trouve directement mise à la terre.

6° *Un détecteur, type A* (fig. 188).

Ce détecteur est constitué par une plaque recouverte d'une couche mince d'un sulfure de plomb obtenu synthétiquement. Une

boule d'étain repose sur cette couche et la pression peut se régler à l'aide d'un bouton à vis. Ce détecteur, *dont tous les points sont également actifs*, fonctionne sans pile et sa sensibilité très constante est supérieure à celle des meilleurs cristaux naturels, tels que pyrites, galènes, siliciures, etc.; dont certains points seulement sont sensibles.



Fig. 188. — Détecteur, type A.

7° *Un détecteur électrolytique, type S. F. R*[1].

Représenté par la figure 189, ce détecteur se compose d'un récipient en verre logé dans un étui en ébonite. L'eau acidulée est à 22° Baumé. La pointe sensible en platine, parfaitement protégée, est facilement amovible. Le détecteur renferme quatre pointes qu'un commutateur permet de mettre, à tour de rôle, en circuit. Sur les côtés on aperçoit les prises de courant à entailles, qu'on engage sous les bornes des appareils de réception.



Fig. 189. — Détecteur S. F. R.

8° *Un casque Sullivan avec ses récepteurs téléphoniques.*

9° *Un récepteur téléphonique de 4000 ohms.*

C'est le modèle de la Société industrielle des téléphones.

10° *Un casque avec récepteur Ducretet et Roger.*

11° *Un poste vibrateur pour les longitudes.*

La boîte constituant ce poste a servi à la mission de délimitation du *Libéria*. Elle contient une bobine d'induction dont l'enroulement inducteur, mis en série avec un rhéostat variable, aboutit à un microphone placé sur le chronomètre local, dont on veut superposer les battements aux signaux rythmés émis par la tour Eiffel.

Le circuit induit de la bobine est branché en dérivation sur les téléphones reliés à l'appareil de réception des signaux rythmés (méthode des coïncidences).

12° *Un éclateur à soufflerie avec circuit oscillant (selfs et condensateurs) pour poste transmetteur.*

Le circuit oscillant, destiné aux postes transmetteurs par étincelles musicales, se compose de deux tubes en cuivre enroulés en hélice et d'un condensateur formé d'éléments Mociski. Une des spirales de cuivre constitue la self du circuit oscillant. Elle est en série avec le condensateur et l'éclateur.

Celui-ci comprend un épais disque de cuivre et un tube, également en cuivre, dont la distance de quelques millimètres au plateau peut être réglée avec précision. L'enroulement à haute tension du transformateur alimentant le système est monté en dérivation aux bornes du condensateur. Les étincelles éclatent entre le tube et le disque. Ce tube est d'ailleurs relié à un ventilateur à moteur électrique, par l'intermédiaire d'un tube isolant en caoutchouc. Les étincelles sont ainsi soufflées énergiquement. Le second tube en spirale, mis en série avec le premier, lui est perpendiculaire et aboutit à l'antenne ou mieux à la self de réglage de longueur d'onde de l'antenne. La disposition à angle droit des deux spirales du circuit oscillant a pour objet de rendre plus pur le son musical de l'étincelle en éliminant les harmoniques.

*Société des télégraphes multiplex, système Mercadier-Magunna, Paris.*

1° *Un poste léger de T. S. F. de faible puissance à notes musicales.*

Ce poste, dont la portée est d'une quarantaine de kilomètres, absorbe seulement 2 ampères sous 110 volts, courant continu. Ce courant, périodiquement interrompu par un dispositif spécial, est envoyé dans le primaire d'une bobine de Ruhmkorff dont le secondaire débite sur un circuit oscillant relié à l'antenne et comprenant une self, un condensateur et un éclateur. L'interrupteur, pour émission musicale, est constitué par un diapason accordé pour donner environ 900 vibrations par seconde. Ce diapason est entretenu *mécaniquement* en vibration, au moyen d'un archet sans fin, constitué par une courroie tendue sur deux poulies qu'un minuscule petit moteur auxiliaire fait tourner. Le diapason est muni de contacts en platine iridié, shuntés par des condensateurs. Grâce à cette disposition et au choix d'un alliage convenable de ces métaux, les contacts ne se détériorent pas.

Rien n'empêcherait de faire vibrer en même temps plusieurs diapasons de tonalité différente; de leur faire actionner chacun un système oscillant et d'exciter l'antenne par leur ensemble

suivant un véritable accord parfait « électrique » en même temps que musical. Avec le monotéléphone acoustique examiné ci-après, ce poste léger démontre la possibilité de réaliser la T. S. F. multiplex.

2° *Un monotéléphone acoustique pour réception radiotélégraphique.*

Cet appareil consiste en un récepteur téléphonique dont la membrane n'entre en vibration que pour une hauteur de son correspondant à sa période propre de vibration. Ce récepteur, destiné à la radiotélégraphie par étincelles musicales, ne répond donc qu'à une longueur d'onde bien déterminée et facilite l'emploi de la syntonie. La membrane habituelle du téléphone est ici remplacée par un disque en laiton de 2 mm d'épaisseur au milieu duquel est découpée une fenêtre dans laquelle on enchâsse exactement une anche en acier (anche d'harmonium).

L'anche est située juste au-dessus des pôles de l'aimant du récepteur téléphonique et celui-ci se comporte comme le fréquencemètre Hartmann-Kempf.

On peut imaginer un poste d'émission multiple de T. S. F. rayonnant par la même antenne plusieurs dépêches simultanées. Chaque transmetteur utilise une étincelle musicale dont le son a une hauteur bien déterminée.

Au poste récepteur, on fait usage de plusieurs appareils indépendants, tous reliés à la même antenne. Chaque poste est équipé avec un téléphone à anche et reçoit, indépendamment des autres postes, les seuls signaux qui lui sont adressés.

Dans un poste ordinaire, qui voudrait recevoir les signaux correspondants à ces étincelles musicales complexes, ceux-ci seraient superposés dans dans le même téléphone et deviendraient indéchiffrables, d'où un véritable secret des transmissions.

3° *Un relais monophonique imprimeur pour télégraphe Multiplex Mercadier-Magunna.*

La partie principale de cet appareil consiste en un récepteur téléphonique de grandes dimensions, dont la membrane circulaire, fixée par trois points convenablement choisis (vers les deux tiers du rayon et sensiblement à 120 degrés), possède une période propre de vibration parfaitement définie, ne répondant qu'aux ondes émises avec la même périodicité (étincelles musicales).

Le milieu de la membrane est garni d'un contact en or au-dessus duquel on peut approcher une vis également en or.

La vis et la membrane font partie d'un circuit comprenant une pile et un relais très sensible du genre Claude. Ce relais, suspendu par des bracelets en caoutchouc amortissant les vibrations et les secousses parasites, actionne à son tour un récepteur imprimeur du genre Morse.

Cet ensemble permet d'inscrire les dépêches radiotélégraphiques, mais il n'est pas apte à noter avec l'exactitude voulue les signaux horaires, à cause des temps inévitablement perdus pour le fonctionnement des divers organes de l'ensemble. Ces temps ne sont pas assez constants pour qu'on puisse en tenir compte par une correction.

*Service géographique de l'armée* (Section de géodésie).

1° *Echelles-observatoires démontables.*

Ces échelles, système du commandant d'artillerie Durand, étaient déployées dans les jardins de l'observatoire et servaient de support à des antennes d'expérience. Elles sont utilisées dans l'armée pour les reconnaissances géodésiques en terrain plat ou boisé, et se composent d'éléments interchangeables de 3 mètres de longueur.

Le montage s'effectue un peu comme celui des échafaudages rapides employés actuellement à Paris pour le ravalement des façades de maisons. On réalise ainsi une sorte de tour, haubanée par des câbles, et au sommet de laquelle on dispose une petite plate-forme d'observation.

Ces échelles, très ingénieuses, ont rendu les plus grands services pour la nouvelle triangulation de la France et pour la télégraphie sans fil dans la campagne récente du Maroc.

2° *Un poste astronomique léger pour explorateurs.*

Dans ce poste, abrité par un baraquement léger, sont installés les appareils servant à la détermination rapide des latitudes et des différences de longitudes : un astrolabe à prisme, système Claude et Driencourt, un chronomètre, une antenne montée sur mât militaire de 18 m (type démontable et transportable), une boîte de réception pour signaux radiotélégraphiques.

Ce poste a fonctionné la nuit, comme démonstration, pendant toute la période où s'est tenue la conférence de l'heure.

M. Abraham a procédé, dans ce même poste, à quelques expériences fort intéressantes ayant pour objet d'enregistrer les signaux radiotélégraphiques. Les graphiques obtenus étaient d'une grande netteté et étaient obtenus avec un milliampèremètre à déroulement rapide, construit par M. J. Carpentier d'après les indications de M. Abraham. L'appareil est à cadre mobile dans le champ d'un puissant électo-aimant et rajeunit,

comme l'a dit l'auteur lui-même, le siphon-recorder de Kelvin. L'inscription peut s'obtenir avec une plume, mais la sensibilité est bien plus grande en munissant le cadre mobile d'un miroir projetant un point lumineux mobile sur une bande de papier photographique. M. Abraham a pu démontrer, avec son appareil, qu'il existe un retard constant de 6 centièmes de seconde entre le courant qui commande le manipulateur de T. S. F. de la tour Eiffel et le départ du train d'ondes du signal horaire correspondant.

Parmi les nombreux photogrammes présentés par M. Abraham, il convient de citer celui où l'on voyait l'inscription simultanée des signaux horaires envoyés à minuit par le poste de Norddeich, et des secondes de l'horloge directrice de l'observatoire de Paris. Les tracés des signaux émis par Norddeich, distants de plus de 700 km de Paris, ont une netteté et une amplitude plus que suffisante pour que l'on puisse y faire des mesures micrométriques, définissant les temps au-delà du millième de seconde. C'est là un résultat extrêmement remarquable, grâce auquel on pourra comparer les horloges de Paris et de Norddeich, par exemple, avec une excessive précision, tout en conservant inscrits les signaux donnant de tels résultats. C'est en s'appuyant sur ces expériences que la réunion plénière de la conférence a accepté le premier vœu de la 2e commission : « Les observatoires et les administrations intéressées mettront à l'étude l'organisation de l'enregistrement automatique des signaux horaires. »

Nous n'avons pas voulu quitter l'observatoire et son intéressante exposition, sans aller examiner les pendules actionnant directement le manipulateur de la tour Eiffel pour lancer dans l'espace, à plus de 5000 km et à la vitesse de 300 000 km par seconde, le signal donnant l'heure exacte.

Ces pendules, situées dans une des caves, sont de véritables merveilles et c'est tout un monde de travailleurs qu'on rencontre dans cette salle, où de nombreuses horloges de précision sont constamment comparées entre elles et avec la pendule directrice, abritée à plus grande profondeur encore. Le service s'organise pour que ces comparaisons s'étendent avec les horloges des observatoires situés au loin. Un temps viendra où l'exactitude d'une horloge marchant au centième de seconde près, sera considérée comme ordinaire, tant les procédés de la science se perfectionnent chaque jour.

M. Aliamet.

# L'Institution anglaise des Ingénieurs-Electriciens.

La nouvelle session de cette société s'est ouverte par quelques discours intéressants qui semblent avoir attiré l'attention à l'étranger comme renfermant la conclusion de questions discutées depuis ces dernières années; l'Institution entre maintenant, en effet, dans une nouvelle phase de plus grande influence non seulement quant à ses membres individuels, mais aussi sur l'industrie électrique en général et la profession d'électricien. Le nouveau président, M. W. du Bois Duddell, est un inventeur distingué dont les découvertes et les travaux sont bien connus du monde technique, bien qu'ils n'aient pas reçu une aussi grande sanction pratique et industrielle que ceux de son prédécesseur au fauteuil présidentiel, M. de Ferranti. Nous résumerons prochainement son discours d'ouverture prononcé à Londres le 15 novembre et nous mentionnerons aujourd'hui les principaux points traités par les différents présidents des sections de province.

A Manchester, la conférence d'inauguration de M. Day nous reporte à deux ans en arrière lorsque M. de Ferranti prononça à Londres son discours sur un sujet à peu près semblable et elle fait ainsi revivre la proposition si importante de M. de Ferranti. C'est en effet une question de primordiale importance que celle de l'alimentation en charbon, de l'utilisation des sous-produits et d'autres problèmes aussi essentiels à résoudre.

La condition la plus nécessaire à un emploi plus généralisé de l'électricité est une distribution efficace et à bon marché; mais le problème est plutôt commercial que technique. Toute l'installation doit être réalisée en grand, depuis la station génératrice jusqu'à la publicité, de manière à assurer une vulgarisation plus complète de l'emploi de l'électricité. En Angleterre, les stations centrales sont trop nombreuses et surtout elles contiennent une trop grande variété de machines produisant différentes espèces de courant, de telle sorte que le constructeur ne peut fabriquer par grandes quantités et que le prix des appareils est trop élevé. En outre, cette variété d'appareils exclut en général la simplicité et tous les efforts,

par conséquent, doivent tendre à assurer l'uniformité, sinon dans les détails, du moins dans les organes essentiels. L'uniformité procurerait de grandes économies même dans les petites choses.

C'est ainsi qu'il a été démontré par un président antérieur de la section, M. Watson, qu'un capital de un demi-million de livres avait été économisé par l'interconnexion des réseaux de distribution alimentant les villes voisines de Manchester.

M. Day prévoit en outre que dans un avenir prochain les réseaux de distribution seront infiniment plus étendus, ce qui, d'ailleurs, amènerait forcément une tendance à l'uniformité des appareils. Il est maintenant dans les intentions de l'Institution, qui est d'ailleurs destinée à sauvegarder les intérêts de l'industrie électrique, de faire ce qu'elle pourra pour atteindre le but suivant : installation de groupes électrogènes puissants en vue d'un prix plus bas de production, coopération entre les réseaux de distribution déjà existants; réduction des prix de fonctionnement des stations et de la distribution; uniformité plus grande dans les systèmes de distribution et réduction dans le prix des appareils des abonnés. Si les commissions étaient composées de membres de l'Institution représentant les autorités des stations, les constructeurs, les adjudicataires et l'ensemble des industriels, on pourrait alors obtenir une étude approfondie de ces questions. Ils pourraient recommander aux stations existantes et aux autres commissions les modifications qu'il importe d'introduire, les présenter même au Gouvernement si cela est nécessaire et veiller à leur aboutissement et à leur application rapide. M. Day, comme un autre progrès à accomplir, mentionne dans son discours, les encouragements que l'on doit donner aux agriculteurs en vue d'une culture intensive des terres, ce qui diminuerait l'état de dépendance dans lequel se trouve l'Angleterre vis-à-vis de l'étranger. A ce point de vue, l'électricité est encore indispensable, Pourquoi le gouvernement ne demanderait-il pas de procéder à des essais importants? Non seulement l'électricité pourrait servir directement les intérêts de l'agriculture, mais encore, grâce à elle, la production chimique des engrais artificiels par la fixation de l'azote atmosphérique et ses nombreuses applications analogues, comme les poudres électrolytiques de blanchiment, la stérilisation de l'eau, etc., sont autant de procédés qui, devenant continus, représenteraient un facteur de charge tel qu'il permettrait de réduire les prix de production dans des proportions considérables. C'est donc une question d'importance nationale, puisqu'en outre de ces considérations économiques sa solution permettrait l'introduction de nouvelles industries qui n'attendent que ces réformes pour se développer. M. Day voudrait donc que le Gouvernement examine cet ensemble de questions et considère comme vitale et naturelle l'application plus générale de l'électricité.

Le discours du président de la section de Birmingham, M. Taylor, envisage quelques aspects de la question des brevets industriels; celui de la section de Newcastle-sur-Tyne, M. Mountain, traite un sujet dont il s'est toujours occupé dans sa longue vie d'expert et auquel les membres de la section, par suite de la situation de la ville, se sont toujours intéressés. Il s'agit des différents emplois dans les mines de charbon, des progrès réalisés, des règlements s'y rapportant, etc. A Glasgow, le discours présidentiel est prononcé par M. Whirter.

Le président de la section du Yorkshire, M. Schofield, dans son discours prononcé à Leeds, parle de certains points relatifs aux distributions d'électricité et aux résultats qu'il a obtenus dans ses douze années de pratique dans ce service. Il démontre la nécessité de toujours disposer d'un plus large stock de combustible qu'on ne le fait habituellement. Puis il mentionne les étonnants progrès qui ont été réalisés dans les filatures par l'emploi de l'électricité. Les constructeurs ont trouvé que leurs intérêts résident dans l'adoption aussi rapide que possible de la commande électrique. L'un des points principaux à étudier comporte la fixation des tensions et des périodicités à adopter d'une manière uniforme. Quant aux petites stations centrales, leurs jours sont comptés; si l'énergie électrique est plus généralement appliquée à toutes les industries, et cela à des prix avantageux pour le producteur et l'abonné, on ne pourra atteindre ce but que lorsque de grandes stations centrales pourvues de puissants groupes électrogènes pourront distribuer cette énergie à bon marché et en grandes quantités, et là où on pourra disposer d'une abondante alimentation d'eau pour la condensation. Les stations génératrices qui existent et distribuent du courant continu et qui, par raisons économiques, se trouvent nécessairement au centre de la région alimentée, seront désaffectées et utilisées comme sous-stations; le courant étant produit par des stations centrales puissantes convenablement situées. Il faudra aussi résoudre la question de savoir si ces stations centrales seront dirigées par des compagnies ou par des groupes d'autorités locales. Mais la jalousie existant trop souvent entre les autorités locales voi-

sines, on éprouvera de grosses difficultés à les réunir en groupes, et à ce sujet M. Day cite des exemples de cette jalousie et de cet antagonisme. Puis il examine l'activité qui règne dans chaque branche de l'industrie électrique, énumère les avantages du chauffage électrique et semble rapporter une partie des progrès à réaliser dans l'uniformisation des appareils et du matériel. Enfin, il fait remarquer que l'élément « personnel » est un important facteur dans le bon fonctionnement d'une distribution. Afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles, diverses méthodes sont applicables selon les individus. Avec tel ouvrier, il faut user d'une discipline inflexible; avec tel autre, la persuasion est meilleure, avec tel autre encore, les punitions. En règle générale, il convient évidemment de décourager le favoritisme et d'encourager la capacité. Si un homme est compétent, appliqué à son devoir, il convient de lui donner une certaine responsabilité et latitude de travail : l'encourager à accomplir son devoir intelligemment et améliorer autant que possible sa situation. Si donc chacun est bien à sa place et dans la place qu'il est capable d'occuper, c'est autant de gagné dans la surveillance, le travail s'effectuera mieux et plus vite. — A. H. B.

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPLICATIONS DIVERSES

### L'électricité dans les stations de chemins de fer et dans les gares aux États-Unis.

Les services de transport, liés au développement de toutes les industries, prennent nécessairement, dans les pays de grande production, comme les Etats-Unis, une extension et une importance considérables; on admet aujourd'hui que les outils dont ces services disposent : les chemins de fer et les voies de navigation, répondent entièrement à ce que l'on peut en exiger; on est d'accord aussi pour reconnaître que, par contre, les grandes stations de chemins de fer et les grands ports existants ne sont généralement qu'incomplètement appropriés à leur destination, de sorte que ce sont eux qui limitent l'efficacité de nos méthodes de transport. Cette situation se présente particulièrement pour les grands centres commerciaux des Etats-Unis, parce que le développement du trafic y a été tellement intense que les transformations d'outillage nécessaires n'ont jamais pu être assez rapides pour le suivre; on prévoit que le mal s'aggravera encore, dans un avenir prochain, à la suite de l'ouverture du canal de Panama, dont on escompte des résultats extraordinairement marqués : « Non seulement les routes marines seront modifiées, mais les transports par terre subiront également de notables remaniements; les stations de chemin de fer et de navigation auront à faire face à des transformations importantes dans la quantité et dans le caractère de leur activité; déjà surchargées aujourd'hui et formant le point faible de l'outillage, elles auront grand peine à supporter les exigences qui vont leur être imposées. » Quelques villes ont d'ailleurs déjà compris la nécessité de se préparer à leurs destinées : tel est le cas pour Seattle, que sa situation géographique appelle à prendre une part considérable dans le trafic acheminé par le canal de Panama et qui vient de voter un crédit de 40 millions pour l'amélioration et l'extension de ses stations et où 100 millions sont engagés dans des entreprises privées du même ordre.

Mais, aux Etats-Unis comme chez nous, une chose déplorable à constater est le peu de perfectionnement apporté aux procédés de travail en usage dans les gares. Lorsque l'on examine ces procédés et qu'on les compare à ceux que l'on appliquait il y a cinquante ans, on les trouve presque inchangés; ils se sont à peine modernisés, tandis que l'on révolutionnait pour ainsi dire complètement les méthodes d'exploitation des voies ferrées et des voies de navigation; c'est toujours manuellement que s'effectuent la plupart des travaux; mais le nombre d'hommes qui peuvent évoluer dans un espace déterminé est limité; pour assurer un mouvement plus grand, il faut donc plus de place, ou bien il faut remplacer la main-d'œuvre par des machines. « Une station de débarquement et d'embarquement introduit dans le transport, si elle est mal conditionnée, plus de résistance que 500 km de voie ferrée ou que 2000 km de voyage océanique; avec les anciens bâtiments à voile, un outillage permettant de décharger 100 tonnes de matières par jour était considéré comme suffisant; mais c'est par milliers de tonnes que l'on doit compter aujourd'hui; la lenteur des opérations immobilise les wagons de marchandises pendant une grande partie de leur existence; les 2 millions de wagons de ce genre dont on dispose ne fournissent que 40 km de parcours journellement.

Plus qu'aucune autre forme d'énergie, l'électricité se prête aux innombrables applications à réaliser dans les stations de chemins de fer et dans les ports, grâce à son élasticité et à sa sou-

plesse, au point de vue de la transmission, de la distribution et du contrôle et c'est probablement à cette circonstance que l'on doit de voir les méthodes d'empaquetage des marchandises passer brusquement, sans transition, de leurs principes vieillots aux principes les plus modernes. L'électricité, régulièrement appliquée déjà à des services uniformes, comme le transport des grains, des minerais, du charbon, etc., commence aussi à être employée pour d'autres usages, pour des opérations intermittentes.

Un avantage essentiel de l'électricité est de permettre de distribuer économiquement les charges enlevées sur une surface plus ou moins étendue, ce qui vaut mieux que de les empiler en hauteur; les transporteurs électriques : monorails ou telphers, courroies, wagons-grues, etc., rendent en l'espèce des services précieux et qu'aucune autre méthode ne saurait égaler; les wagons-grues électriques à accumulateurs que l'on a mis en application depuis quelque temps, sont particulièrement intéressants en ce qu'ils peuvent alternativement être employés pour charger des wagonnets, pour les remorquer, puis pour les décharger au moment voulu; les élévateurs électriques se prêtent aussi à des usages très variés; dans quelques ports, comme à Brooklyn, on en fait des applications fort ingénieuses; ainsi au Dush terminal, à Brooklyn, on emploie un même appareil pour actionner huit câbles de levage qui rayonnent vers différentes sections du magasin que la machine dessert.

La locomotive électrique est devenue une nécessité dans les stations modernes; son rendement est exceptionnellement élevé; on peut dire qu'un kilogramme de charbon brûlé à la centrale fournit, avec la locomotive, deux fois plus de travail qu'il n'en donnerait utilisé directement dans une locomotive à vapeur de puissance correspondante; dans les stations et les ports, on ne saurait utiliser, comme machines à vapeur, que des machines médiocres; leur service est au surplus très intermittent, ce qui nuit beaucoup à leur bon fonctionnement; les machines électriques ne se ressentent en rien de cet inconvénient; leur contrôle est bien plus facile que celui des autres engins; leurs qualités de démarrage sont aussi très prisées.

De toutes les installations électriques du monde, dans des stations ou ports, la plus moderne et la plus parfaite est vraisemblablement celle du Bush Terminal auquel nous avons fait allusion plus haut. L'électricité y est mise en œuvre pour d'innombrables travaux; les canalisations de distribution sont très serrées; des boîtes de prise de courants sont placées à distance de 45 m et moins; des lampes à arc-flamme sont utilisées pour l'éclairage des quais; des rampes de lampes à incandescence portatives sont employées sur les navires; des lampes à arc sont placées en grand nombre le long des façades des magasins; tous les services sont assurés par l'administration du port, qui sert aussi d'intermédiaire pour la fourniture de la lumière électrique et de la force motrice dans les magasins, les hangars, les bâtiments, etc.

C'est sur le modèle de l'outillage de Brooklyn que sera établi celui de Seattle et qui seront calquées, probablement aussi, par d'autres villes qui se préoccupent aujourd'hui de moderniser leurs installations : Boston, où l'on affectera à cette entreprise une somme de 45 millions de francs, Los Angeles, San Francisco, New Orléans, Chicago, New-York; l'Etat de New-York a décidé de consacrer à l'amélioration des stations terminus de son canal une somme de 100 millions; à Panama, le gouvernement fait établir des installations qui dépasseront tout ce qui a été fait jusqu'ici; partout, l'électricité aura une place prépondérante et les grands constructeurs se préparent à la mettre parfaitement à la hauteur de la confiance qu'on lui accorde (1). — H. M.

## ÉCLAIRAGE

### L'éclairage électrique des rues en Angleterre.

L'électricité continue à faire de grands progrès en Angleterre pour l'éclairage des rues en dépit de la rude concurrence que lui fait le gaz à haute pression. Dans quelques quartiers de la métropole, lorsqu'on a pris en considération les projets d'éclairage perfectionné et intensif, les adjudications ont été partagées entre le gaz et l'électricité, afin de permettre d'établir *de visu* des points de comparaison pratique entre les deux; c'est pourquoi cette manière d'agir a donné d'excellents résultats au point de vue du jugement public.

Dans le district de Holsborn, aussi bien que dans la cité, on a agi de même après de longues discussions et dans le premier de ces quartiers l'éclairage électrique vient d'être établi définitivement. Cette installation a été faite par les compagnies Metropolitan and Charing Cross, chacune desquelles a opéré dans une section et elles se sont servies de lampes Osram et Mazda à filament métallique montées dans des réverbères d'une construction particulière élevés de 3 à 5,50 m au-dessus du sol selon leur emplacement. Vingt de ces réverbères portent chacun 3 lampes de 600 bougies; 212 réverbères du type uniformément adopté donnent 400 bougies et 717 donnent 90 bougies chacun, tandis que les autres, en plus petit nombre donnent, de 200 à 600 bougies. Ce

(1) R. H. Rogers, *Electric power in railway and marine terminals, General Electric Review*, mai 1912, p. 404.

nouvel éclairage d'Holsborn dessert 20 917 m de rues donnant une intensité totale de 186 000 bougies et est alimenté partie par du courant continu et partie par du courant alternatif, la tension étant de 100 et 200 volts.

La question d'éclairage public vient de passer par une période intéressante à Manchester, ville qui, bien qu'elle puisse être considérée comme la seconde dans les Iles britanniques au point de vue de l'excellence des services électriques municipaux, lumière et force motrice, a fait peu de progrès quant à l'éclairage des rues. Un rapport vient d'être rédigé par deux experts relativement aux mérites comparatifs de la lampe à arc-flamme et le gaz à haute pression dans deux quartiers de Manchester; ces experts ne peuvent pas dire qu'ils se soient déclarés complètement et exclusivement en faveur de l'électricité. D'ailleurs, d'après leurs recherches et essais dans les deux quartiers susdits, c'est-à-dire rue Princesse et rue Portland, MM. Harrison et Jacques Abady, les deux experts, ont publié leurs rapports et se sont mis d'accord sur les points suivants : 1° que sous tous les rapports le degré d'éclairage dans ces deux quartiers est sensiblement égal; 2° qu'en se basant sur les prix du courant, du gaz, etc., et étant donné les résultats donnés par les lampes à arc employées dans la rue Portland, le prix annuel de revient est inférieur à celui du gaz tel qu'il est appliqué dans le quartier de la rue Princesse; 3° qu'au point de vue comparatif entre la lampe à arc et celle à gaz à haute pression, les résultats définitifs sont viciés par ce fait que la lampe à gaz à haute pression donne un rendement bien inférieur à celle des lampes similaires bien installées et bien réglées. Bien que ces conclusions soient relativement défavorables sur certains points, on peut dire que les résultats complètement favorables seront acquis un jour ou l'autre. Les discussions sans fin qui s'élèvent toujours quand il s'agit d'accorder la préférence au gaz ou à l'électricité pour l'éclairage des rues donnent des résultats déplorables par suite de la partialité et de l'acharnement de mauvaise foi qui s'y introduisent toujours. C'est pourquoi des rapports détaillés donnant simplement l'observation de faits avec des exemples pratiques et vécus seront toujours les bienvenus. — A.-H.-B.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### Les prix de revient dans l'industrie.

Ceux qui doivent établir des prix de revient dans les marchés et les adjudications qu'ils contractent dans l'industrie électrique se plaignent bien souvent des très grosses dépenses qui doivent être attribuées aux dessins préparatoires et d'une foule d'autres frais analogues. Le grief est très réel, car il arrive souvent qu'il y a cinquante ou cent et même quelquefois plusieurs centaines de soumissions distinctes qui font et représentent une seule adjudication, de telle sorte que, si le total du marché est peu élevé, l'ensemble des frais préparatoires est relativement très considérable. Il s'ensuit que le contrat d'adjudication représente sûrement, en réalité, une perte pour ceux des concurrents qui n'ont pas atteint le plus bas chiffre et profitable, bien que souvent très peu, à une seule maison, celle de l'adjudicataire. Bien entendu, cette manière de faire atteint toute l'industrie, mais les conditions spéciales dans lesquelles se trouve l'industrie électrique semblent particulièrement la désigner à ce point de vue. L'association britannique des constructeurs électriques et industries connexes, qui vient de se réorganiser depuis un an ou deux, s'est occupée spécialement des frais relatifs aux innombrables projets et dessins à fournir pour la fourniture de tableaux de distribution, commutateurs, etc., frais qui sont de beaucoup disproportionnés avec la valeur de la commande en préparation. Le nombre de ces dessins requis pour une soumission est excessif et il y en a beaucoup qui sont inutiles dans leurs détails. On peut donc espérer que, comme les constructeurs ne peuvent travailler à perte, on pourra restreindre ces dépenses et ces frais d'une manière rationnelle et ce dans l'intérêt de l'acheteur lui-même. Il est vrai que dans le cas d'adjudication pour travaux publics, l'économie désirée ne sera pas aussi facilement démontrée et obtenue que pour des installations privées. Cependant, il est à souhaiter que partout on puisse étudier la question et la résoudre à la satisfaction de tous. — A. H. B.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Production combinée et distribution de la chaleur et de l'énergie électrique pour un service industriel et pour un service urbain. Combinaison des différents services d'une ville.

M. Beaurrienne, dans la séance du 18 octobre de la Société des Ingénieurs civils de France, a cité un certain nombre d'études qui ont été faites sur les différentes combinaisons employées pour la production simultanée de l'énergie électrique et de la chaleur. Il se propose dans sa communication de condenser ces études et d'y joindre les résultats de ses observations personnelles.

Il projette d'abord un tableau montrant les nombreuses combinaisons possibles, puis il considère successivement la plupart de ces combinaisons : machines monocylindriques, machines jumelées, machines compound ordinaires, machines compound à prise de vapeur intermédiaire, turbines à contre-pression, turbines à prise de vapeur intermédiaire. Il indique pour chacune de ces machines le moyen d'étudier leur

consommation pour des puissances en kilowatts au tableau et des quantités déterminées de chaleur récupérées dans le chauffage.

M. Beaurrienne montre les avantages de la combinaison d'une station de chauffage avec une centrale hydraulique pour compenser le déficit d'énergie que subit cette dernière aux basses eaux, déficit qui se produit précisément en hiver dans les pays de montagne.

Il donne les caractéristiques de quelques combinaisons réalisées en France et aux États-Unis. Il compare ensuite la distribution de la chaleur sous forme de vapeur et sous forme d'eau chaude et conclut que la première est préférable pour la vente au compteur, mais que la seconde présente des avantages incontestables toutes les fois que la température du fluide nécessaire le permet et qu'il ne s'agit pas de vente.

Les stations à eau chaude ont une incontestable supériorité pour les charges variables, par suite du volant de chaleur que constitue la masse d'eau en circulation. Si on ajoute à cette masse celle d'un réservoir, on peut accumuler la chaleur d'échappement aux heures de la pointe électrique pour l'utiliser aux heures de faible charge.

Le conférencier décrit le principe du dispositif et montre son application

1° A un groupe d'immeubles;
2° A un groupe de maisons ouvrières;
3° A une cité-jardin.

Dans une ville, la combinaison des divers services ne se borne pas à celle de l'énergie électrique et du chauffage, M. Beaurrienne, prenant comme exemple le projet de ville internationale dû à l'initiative de M. Andersen et étudié par M. Ernest Hébrard, montre comment peuvent se combiner la production du courant, celle du gaz, le chauffage, l'élévation et la stérilisation des eaux.

M. Beaurrienne conclut en disant qu'avec les perfectionnements apportés chaque jour dans la construction du matériel, avec la connaissance plus approfondie du mouvement des fluides (vapeur et eau dans les tuyauteries), du rendement mécanique de la vapeur dans différentes conditions de détente, avec une répartition des charges de mieux en mieux étudiée, enfin en utilisant le principe de l'accumulation, on tendra certainement vers une production de plus en plus centralisée de tous les agents qui constituent le bien-être de l'homme et les conditions hygiéniques de son existence. Par la combinaison rationnelle des divers services, ce résultat sera obtenu en même temps qu'une utilisation plus économique des sources naturelles d'énergie.

# Bibliographie

**Annuaire pour l'an 1913**, publié par le Bureau des Longitudes, avec notices scientifiques. Un volume format 15 × 9,5 cm, de plus de 800 pages, avec figures. Prix : 1,50 fr (Paris, librairie Gauthier-Villars).

L'Annuaire du Bureau des Longitudes, si précieux par le nombre de documents qu'il contient, vient de paraître. Cet excellent recueil renferme cette année, après les documents astronomiques, des tableaux relatifs à la métrologie, aux monnaies, à la géographie, à la statistique et à la météorologie.

Cet ouvrage ne se trouvera pas seulement sur la table du technicien, du physicien, du mathématicien; chacun voudra le consulter pour avoir sous les yeux la liste des constantes usuelles, et aussi pour lire les intéressantes Notices de cette année : celle du commandant Ferrié sur l'Application de la télégraphie sans fil à l'envoi de l'heure, et de M. Bigourdan sur l'Eclipse de soleil du 17 avril 1912 (résumé des observations qu'elle a permis d'effectuer).

—oo—

**Installations de force et de lumière**, schémas de connexions, par Adr. Curchod, ingénieur, 2e édition très augmentée. Un volume format 25 × 16 cm, de VIII-208 pages, comprenant 75 planches. Prix, broché : 7,50 fr (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

L'utilité de ce travail n'est pas à démontrer, le succès qui a accueilli la première édition en est la meilleure preuve. En effet, l'ouvrage de M. Curchod est essentiellement pratique et fait pour les praticiens. Il est appelé à rendre de grands services à tous les électriciens, en leur économisant le temps précieux qu'ils passeraient à rechercher les meilleures dispositions d'un montage connu. C'est donc, dans son genre, un véritable formulaire : formulaire de schémas qui doit prendre sa place à côté des formulaires de formules et de nombres.

En publiant la seconde édition de cet ouvrage, M. Curchod a ajouté, sous une forme schématique, les solutions de quelques-uns des problèmes qui se présentent le plus fréquemment dans l'étude et l'établissement des connexions reliant entre elles les machines électriques.

L'auteur a augmenté notablement, dans cette seconde édition, le nombre des problèmes étudiés et espère ainsi avoir étendu l'utilité de son ouvrage. En outre, répondant au désir qu'ont bien voulu lui manifester quelques lecteurs, il a joint à chaque planche une note explicative dans laquelle on a cherché à donner la légende de la figure correspondante et tous les renseignements nécessaires à sa compréhension.

—oo—

**Les machines-outils**, manuel pour apprentis et ouvriers mécaniciens, par Oscar J. Beale, traduit par Omer Buyse, directeur de l'Université du Travail de Charleroi. Un volume, format 16 × 11 cm de 148 pages

avec 91 figures. Prix : 1,50 fr (Paris, H. Dunod et E. Pinat, éditeurs).

Ce petit livre a pour but d'initier les jeunes mécaniciens à la conduite des machines-outils. Il a été écrit pour les apprentis d'une fabrique de machines-outils de Providence (États-Unis).

Ce manuel expose les notions pratique que l'apprenti doit étudier dès la première heure et dont il doit se souvenir comme ouvrier. Il donne des conseils pour l'entretien des machines-outils et des instructions pour calculer la vitesse des engrenages et des poulies, ainsi que les roues de rechange pour le filetage. Un chapitre est consacré au travail sous des angles déterminés, un autre sur la division rectiligne et circulaire et sur la subdivision des pas de vis.

Les matières de ce travail sont présentées sous une forme élémentaire, de façon à faciliter aux jeunes mécaniciens la consultation de ces documents et l'application des principes à leurs travaux journaliers.

La traduction française du livre de Beale, faite par M. Buyse, rendra, nous l'espérons, à nos mécaniciens, les mêmes services qu'il rend journellement à leurs confrères américains.

**Les canalisations isolées,** par J. Grosselin, ingénieur des mines. Un volume, format 25 × 16 cm, de 96 pages, avec 28 figures et 2 planches. Prix : 3 fr. 75. (Paris, librairie Gauthier-Villars).

Nul mieux que M. Grosselin n'était mieux qualifié pour exposer l'importante question des canalisations électriques souterraines.

L'auteur a eu l'heureuse idée de publier les Conférences qu'il fait avec tant de compétence aux élèves de l'Ecole supérieure d'électricité, et les électriciens pourront ainsi utiliser les renseignements précieux qui y sont contenus et sont, ce qui n'est pas le moins important, le résultat de l'expérience incontestée d'un ingénieur doublé d'un praticien.

Dans ces conférences, M. Grosselin étudie successivement pour les canalisations isolées :

1° Leurs modes d'établissement ou de fabrication;

2° Leurs propriétés électriques et les modifications qu'elles apportent au fonctionnement des réseaux;

3° Les conditions de réception, déduites des deux ordres de considération qui précèdent, qu'il paraît logique de leur imposer.

La question des câbles souterrains pour hautes tensions est toute d'actualité et les électriciens auront tout intérêt à consulter ce travail qui leur fournira des indications précises.

J.-A. M.

**Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.** 3e année, n° 1, septembre 1912.

Cette publication intéressante contient dans ce numéro une notice sur Henri Poincaré. A signaler tout particulièrement une description complète de l'atelier d'électricité du poste central des Télégraphes de Paris, due à M. Gissot, inspecteur des Postes et des Télégraphes ; une étude du système de *multiplexage* du Baudot, par M. Faivre; une note de M. Larose sur une réparation du câble Marseille-Alger; un article de M. Bela-Gati, ingénieur en chef des télégraphes de Hongrie, sur a mesure de l'équilibre des circuits téléphoniques.

# Nouvelles

## Tramways de l'Ardèche.

Le département de l'Ardèche vient d'être autorisé, par décret, à emprunter une somme de 353 000 fr, remboursable en 43 ans, au taux d'intérêt de 3,80 0/0, applicable au parachèvement du réseau de tramways départementaux déclaré d'utilité publique par décret du 11 avril 1905.

* * *

## Nominations dans la Légion d'honneur.

Par décret, en date du 20 novembre, ont été nommés ou promus dans l'ordre de la Légion d'honneur :

*Au grade d'officier :*

M. Pavie (Louis-Joseph-Georges), ingénieur en chef des ponts et chaussées, administrateur délégué de la Compagnie générale française de tramways, administrateur de la Compagnie Thomson-Houston, vice-président de la Société centrale pour l'industrie électrique, membre du comité permanent d'électricité, chevalier du 7 janvier 1894 35 ans de services.

M. Broca (Alphonse-Georges), ingénieur des Arts et manufactures, administrateur-directeur général de la Compagnie des tramways de Paris et du département de la Seine. Président de l'Union des tramways et chemins de fer d'intérêt local de France. Chevalier du 13 juillet 1892. 35 ans de pratique de l'exploitation des tramways.

*Au grade de chevalier :*

Cahen (Henri), administrateur délégué de la Société Sud-Electrique, administrateur de diverses sociétés de distribution d'énergie électrique. 28 ans de services militaires et de pratique industrielle.

Dumas (Albin), ingénieur des Arts et manufactures, rédacteur en chef du *Génie civil*, éditeur-gérant des *Annales des Ponts et Chaussées* et des *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*. 29 ans de services militaires et de pratique professionnelle.

*
* *

## Tramways du Var.

Par décret en date du 15 novembre 1912, est déclaré d'utilité publique dans le département du Var de deux lignes de tramways à traction électrique d'Ollioules au Bausset et d'Ollioules à la Seyne par Sanary. Cette concession est rétrocédée par le département à M. Lebouvier.

*
* *

## L'exposition de Gand.

La superficie de l'Exposition de Liège, 1905, était de 70 hectares; celle de Bruxelles, 1910, de 93 hectares; celle de l'Exposition de Gand atteint déjà 130 hectares.

Les halls couvraient à Liège 125 000 m² et à Bruxelles, 150 000; ils couvriront à Gand 210 000 m².

La section française occupait 32 000 m² à Liège et 40 000 à Bruxelles; à Gand, elle se développera sur une superficie de 52 375 m².

La section anglaise couvrait à Bruxelles 14 850 m²; elle en occupera à Gand 17 200.

La section allemande avait, à Bruxelles, une superficie de 18 250 m²; à Gand, elle couvrira 15 000 m².

Le hall des machines, qui mesurait à Bruxelles 15 992 m², en occupera 19 000 à Gand.

La galerie des chemins de fer occupait, à Bruxelles, 5592 m²; ses proportions seront, à Gand, de 5980 m².

La section belge mesurera, à Gand, 41 900 m² et il y aura également une section internationale de 10 640 m².

A Bruxelles, 24 pays étrangers furent représentés officiellement; jusqu'à présent, 20 pays ont déjà donné leur adhésion à l'Exposition de Gand.

*
* *

## Approbation de compteurs.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la société genevoise pour la construction d'instruments de physique et de mécanique, rue Gourgas, n° 5, à Genève (Suisse);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 25 octobre 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur S. G. II de la société genevoise précitée, pour les calibres jusqu'à 100 ampères et 500 volts et pour les distributions à courants alternatifs monophasés à deux fils seulement.

Paris, le 12 novembre 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la société de construction électrique, rue Molière, n° 67, à Lyon (Rhône);

Vu l'arrêté du 13 août 1910, fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu les avis du comité d'électricité en date des 27 octobre 1911 et 25 octobre 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur « Isaria », modèle E, de la société précitée, pour les calibres jusqu'à 50 ampères et 500 volts et pour les distributions à courants alternatifs monophasés à deux fils seulement.

Paris, le 12 novembre 1912.

Jean Dupuy.

Le ministre des travaux publics, des postes et des télégraphes,

Vu la demande présentée par la société de construction électrique, rue Molière, n° 67, à Lyon;

Vu l'arrêté du 13 août 1910 fixant les conditions d'approbation des types de compteurs d'énergie électrique;

Vu l'avis du comité d'électricité en date du 25 octobre 1912;

Sur la proposition du directeur des mines, des distributions d'énergie électrique et de l'aéronautique,

Arrête :

Est approuvé, en conformité de l'article 16 des cahiers des charges des 17 mai et 20 août 1908, le type de compteur « Isaria », modèle E. V. de la société précitée, pour les calibres jusqu'à 100 ampères et 500 volts et pour les courants alternatifs monophasés à deux fils seulement.

Paris, le 12 novembre 1912.

Jean Dupuy.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

# Réception des signaux horaires radiotélégraphiques
## AUX MARTIGUES

La ville de Martigues, chef-lieu de canton de l'arrondissement d'Aix, dans les Bouches-du-Rhône, est une des localités les plus pittoresques de notre France. Sillonnée par des canaux qui font communiquer l'étang de Berre avec celui de Caroute et, de là, à la Méditerranée, cette localité a été surnommée la *Venise provençale.* Le célèbre peintre Ziem y a longtemps habité et a doté le Musée qui porte son nom d'une riche collection de tableaux.



Fig. 190. — Clocher de l'église de la Madeleine, aux Martigues.

A la suite d'expériences qui ont donné des résultats concluants, expériences effectuées par M. Raymondon et L. Briano, la ville de Martigues est maintenant dotée d'un poste radiotélégraphique de réception des signaux horaires émis par la Tour Eiffel.

L'installation comporte une antenne formée de trois fils parallèles, ayant 70 m de longueur, fixés, d'une part, à une hauteur de 32 m, sur l'extrémité de la flèche du clocher de l'église de la Madeleine et, d'autre part, à la façade Nord de l'Hôtel de ville. Le poste de réception est installé dans une salle du rez-de-chaussée de l'Hôtel de ville. Le détecteur est du type électrolytique et la réception se fait au téléphone.

L'initiative dont a fait preuve la ville de Martigues devrait bien être suivie par bien d'autres localités.

En principe, les signaux horaires et le bulletin météorologique, transmis régulièrement par la Tour Eiffel, étaient destinés aux navires, munis d'appareils appropriés, afin de leur permettre de régler leurs chronomètres pour éviter les erreurs de point souvent funestes aux navigateurs dans les parages du littoral.

Mais les marins ne sont pas les seuls à qui la connaissance de l'heure exacte soit utile. Il faudrait que les Compagnies de chemins de fer, les horlogers, les industriels, les commerçants et même les particuliers, puissent profiter de cette merveilleuse invention.

Il est bien regrettable que la Conférence internationale de l'heure, qui vient de se réunir à Paris et dont notre collaborateur M. Aliamet vient de donner un compte-rendu dans l'*Electricien,* n'ait pas pris en considération le vœu émis par M. Leroy, le célèbre constructeur des horloges émettant l'heure universelle à l'Observatoire de Paris, vœu présenté au nom des Chambres syndicales de l'horlogerie.

Ce vœu demandait que la Conférence internationale de l'heure intervienne auprès de l'Administration des Postes et des Télégraphes et de la Commission interministérielle pour que les horlogers, opticiens, électriciens, etc., soient autorisés à installer *ouvertement et sans rien dissimuler*, les antennes nécessaires pour recevoir les signaux de la Tour Eiffel.

Comme le disait si spirituellement M. Reverchon, dans une note publiée en 1911 dans l'*Electricien*, à propos de l'installation faite en Suisse à La Chaux de Fonds pour la réception des signaux horaires de la Tour Eiffel, il peut paraître paradoxal et extraordinaire que le Gouvernement français ait fait la dépense d'une installation en vue de donner l'heure exacte et que seuls les horlogers français ne soient pas autorisés à recevoir les signaux nécessaires. Du moment que les ondes hertziennes ne s'arrêtent pas aux frontières, les étrangers profitent largement des signaux transmis en Suisse, en Allemagne, en Italie, en Angleterre et ailleurs.

Espérons que la Commission interministérielle et l'Administration des Postes et Télégraphes comprendront que l'interdiction, qui a soulevé les réclamations de toutes les chambres syndicales horlogères, prendra bientôt fin. Du reste, cette prohibition ne sert absolument à rien, car les appareils de réception qui ont été récemment imaginés permettent de recevoir les signaux horaires sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des antennes visibles de l'extérieur des maisons.

Dans ces conditions, l'ADMINISTRATION ne pourra pas empêcher ce qu'elle n'a pas voulu accorder.

Pour en revenir à l'installation des Martigues, nous citerons un article du *Petit Marseillais* dans lequel il dit fort justement à ce propos :

« La télégraphie sans fil ouvre des horizons nouveaux aux jeunes gens sérieux en quête d'une situation. Le port de Martigues est aujourd'hui tout indiqué pour servir de champ d'étude et de démonstration aux élèves de troisième année de l'orphelinat-école maritime, lesquels se destinent à la profession de marin. Leur enseignement technique pourrait se compléter d'un programme de la télégraphie sans fil et, par le principe de la méthode des coïncidences, du réglage du chronomètre.

« C'est là, bien entendu, une simple indication. M. l'Administrateur de l'inscription maritime, qui a le souci de la bonne organisation des études à l'orphelinat-école maritime, saura en apprécier la valeur et, au besoin, appeler à ce sujet l'attention du conseil d'administration. »

J.-A. Montpellier.

# Survolteurs et survolteurs-dévolteurs (1).

L'emploi des batteries d'accumulateurs avec groupes survolteurs ou survolteurs-dévolteurs, a pris un développement dont la presse technique s'est fréquemment fait l'écho. Le succès de ces dispositifs se trouve amplement justifié par d'appréciables économies de combustibles, 10 à 30 o/o suivant les circonstances, et par une grande amélioration de la régularité de fonctionnement.

Un survolteur est une machine génératrice dont on peut faire varier à volonté la force électromotrice et dont la fonction est de fournir, chaque fois que cela est utile, une différence de potentiel qui vient s'ajouter à celle que produisent les génératrices principales. L'induit du survolteur est monté en série avec les induits des génératrices principales, qui peuvent d'ailleurs être montées en série ou en parallèle, bien que ce soit à peu près généralement ce dernier mode qu'on rencontre dans la pratique. Le survolteur peut être, suivant les besoins, excité en série ou en dérivation et, en ce dernier cas, c'est l'excitation séparée qui est réalisée.

L'excitation-série s'emploie, par exemple, pour les survolteurs de feeders. On sait que la différence de potentiel à l'extrémité d'un feeder diminue quand la charge du réseau croît. Si le courant débité par le feeder traverse l'enroulement-série d'un survolteur intercalé — également en série — entre la dynamo principale et l'origine du feeder, à mesure que la charge croît, il y a renforcement du champ du survolteur; celui-ci fournit ainsi une différence de potentiel croissant avec la charge et on conçoit la possibilité de disposer les choses pour que la chute de tension dans le feeder soit exactement compensée.

Les survolteurs sont également employés dans la charge des accumulateurs.

(1) D'après un Mémoire publié par M. R. Rankin dans le *Journal de l'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens* (mars 1912, n° 212, p. 283 à 333).

Le nombre des éléments d'une batterie doit être choisi tel que, vers la fin de décharge, la tension totale aux bornes de la batterie soit encore égale à la tension de régime. Si la tension de régime est 110 volts, il faudra, à raison de 1,8 volt par élément $110 : 1,8 = 61$ éléments. Pendant la charge, au contraire, la tension monte de 2,6 à 2,7 volts aux bornes par élément. Si on prend un chiffre moyen, 2,65 par exemple, il faudra, pour charger la batterie, établir à ses bornes une différence de potentiel croissante qu'on devra pouvoir augmenter jusqu'à $2,65 \times 61 = 164$ volts.

Dans les petites installations, on prévoit souvent, à cet effet la dynamo génératrice de telle façon qu'on en puisse élever la tension de 110 à 160 volts en agissant sur l'excitation. Mais cette disposition, qui comporte déjà quelques inconvénients dans ces petites installations, ne peut plus être employée lorsqu'il s'agit de puissances et de batteries un peu importantes. C'est alors au survolteur qu'on demande de fournir les 50 à 60 volts supplémentaires dont a besoin la batterie pour se charger. On se sert de la batterie pour alimenter l'excitation shunt du survolteur.

Ces deux emplois des survolteurs, que nous ne faisons qu'indiquer, sans entrer dans le détail, montrent déjà l'importance de ce genre de machines. Mais il en est un autre, plus considérable encore, et qui a été la principale raison de leur développement. Il faut alors les considérer comme associés aux batteries d'accumulateurs avec lesquelles ils forment en quelque manière un mécanisme régulateur autonome.

Le courant demandé à une centrale électrique, qu'il s'agisse de traction ou d'applications industrielles, est très loin d'être régulier. Si on considère une courbe dans laquelle on prend pour abscisses successives des longueurs proportionnelles aux temps écoulés depuis une certaine époque origine et pour ordonnées les valeurs du courant débité par la centrale aux instants correspondants, on trouve, expérimentalement, dans la plupart des cas, un tracé très irrégulier, avec des baisses ou surélévations d'intensité importantes, fréquentes et de courte durée. Sur ce diagramme, on peut tracer deux droites parallèles à l'axe des abscisses et passant, l'une par le point de la courbe dont l'ordonnée est maximum, l'autre par le point dont l'ordonnée est minimum, de sorte que la courbe représentant le courant débité en fonction du temps soit tout entière comprise entre ces deux parallèles. Leur écartement, mesuré à l'échelle du diagramme pour les intensités, fait connaître l'amplitude maximum des variations de l'intensité du courant demandé par le réseau. On peut, d'autre part, mesurer au planimètre la surface d'une portion du diagramme entre deux ordonnées déterminées, c'est-à-dire correspondant à un temps déterminé. Cette surface est proportionnelle au nombre d'ampères-heure débité par la centrale dans le temps en question. Si, dans ce même intervalle de temps, le courant avait été constant, le diagramme eût été un rectangle de même surface et de même base que la portion envisagée du diagramme réel. Ce rectangle aurait eu une hauteur proportionnelle à l'intensité constante de ce courant fictif. La construction est très facile quand on a planimétré la courbe primitive; il suffit de diviser la surface ainsi trouvée par la différence des abscisses correspondant aux ordonnées extrêmes, en ayant égard, bien entendu, aux échelles. Or, si on effectue ce tracé, on observe que l'amplitude de variation du courant est souvent du même ordre de grandeur que le courant moyen déterminé comme il vient d'être dit.

Il va sans dire que ces grandes et fréquentes variations de charge sont un sérieux inconvénient pour le matériel de la centrale qui doit avoir une puissance suffisante pour fournir les plus grands débits tout en travaillant à une charge moyenne très inférieure à la pleine charge. En dehors de la question rendement, déjà fort importante, il y a encore celle de la régularité de marche. Un régime aussi variable nécessiterait une surveillance et des réglages de chaque instant, puisqu'il est indispensable, pour obtenir un fonctionnement correct des récepteurs, de fournir au réseau une tension constante.

Une batterie d'accumulateurs montée en parallèle avec les génératrices principales peut, dans certaines conditions, supprimer pour ces machines les effets des à-coups dans les demandes du réseau. On s'arrange, par exemple, pour qu'à un certain régime la batterie ne se charge, ni ne se décharge. Cela étant, que le débit sur le réseau vienne à augmenter brusquement, la tension aux bornes des génératrices diminue, la tension aux bornes de la batterie devient légèrement prépondérante, la batterie de décharge, fournissant, suivant le règlage adopté, une portion plus ou moins grande du courant. Les génératrices sont soulagées d'autant. Si, au contraire, la demande du réseau diminue brusquement, la tension aux bornes des génératrices croît aussitôt légèrement et devient un peu supérieure à la tension aux bornes des accumulateurs. La demande du réseau étant limitée, ce sont les accumulateurs qui absorbent la différence : ils se chargent, jusqu'à

ce que l'équilibre se rétablisse, récupérant ainsi l'énergie qu'ils fourniront un instant plus tard au réseau. De la sorte, le régime de marche des génératrices de l'usine est unifié ; il tend vers un régime régulier et s'en approche d'autant plus que le réglage est plus parfait, c'est-à-dire que les constantes respectives sont mieux choisies.

Pour qu'un tel fonctionnement soit possible, il faut que la batterie puisse, en toute circonstance et instantanément, aussi bien se charger que se décharger. Elle ne doit donc être ni complètement chargée, ni complètement déchargée. On obtient le résultat désiré en amenant les choses à un point tel que la batterie ait aux bornes 2 volts à 2,05 volts par élément et que, dans ces conditions, *mise en parallèle avec la génératrice*, elle n'absorbe ni ne fournisse de courant. Cela correspond à un certain état de charge, état qui se

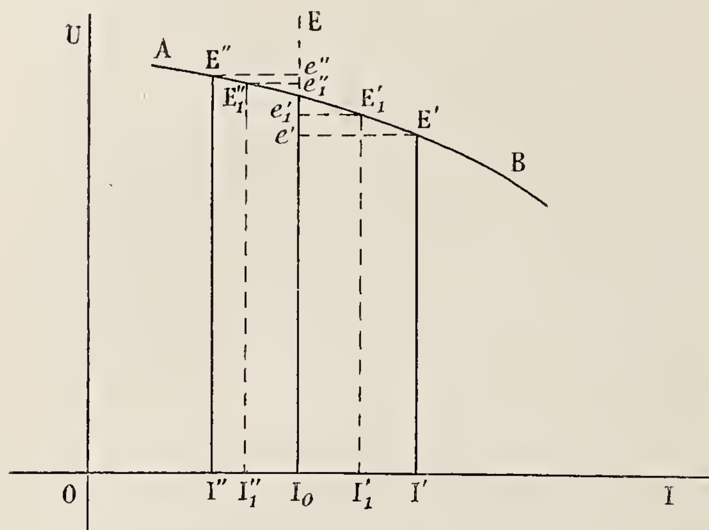


Fig. 191.

maintient au cours du service, grâce aux alternatives de charge et de décharge. Aussi, dans ces conjonctures, peut-on considérer la batterie comme une source à potentiel constant. On peut appeler *tension d'équilibre* la tension correspondant au nombre des éléments de la *batterie-tampon* comptés à raison de 2,05 volts l'un. Si on considère la caractéristique externe de la génératrice (courbe de la différence de potentiel aux bornes en fonction du courant débité), cette tension d'équilibre correspond à une certaine intensité de courant qui est le courant moyen de régime dont nous avons parlé.

La figure 191 représente la portion AB de la caractéristique externe de la dynamo au voisinage du point $E$ dont l'ordonnée est la *tension d'équilibre*. Cette tension correspond à un courant de régime $I_0$.

Supposons que, par suite des demandes du réseau le courant prenne la valeur $I' > I_0$ figurée par l'abscisse OI′. La réaction d'induit abaisse la tension à la valeur $E' < E$ et figurée par l'ordonnée $I'E'$. Si on projette $I'E'$ en $I_0 e'$, la quantité $Ee'$ représente la variation de la différence de potentiel aux bornes.

Inversement, si le courant fourni au réseau avait seulement la valeur $I''$ plus petite que $I_0$, la tension deviendrait $E''$ et la variation de différence de potentiel aux bornes serait $Ee''$.

La quantité $e'e''$ sera ainsi la variation totale de la différence de potentiel aux bornes lorsque le courant passe de la valeur $I'$ à la valeur $I''$, c'est-à-dire pour une variation d'amplitude $I' — I''$. Nous pouvons imaginer que ces valeurs $I'$ et $I''$ soient les valeurs extrêmes du courant fourni au réseau.

Ajoutons maintenant la batterie en parallèle dans les conditions que nous avons spécifiées, Quand le courant demandé par le réseau prendra la valeur $I'$, la batterie concourra avec la dynamo génératrice à fournir ce courant, de sorte que cette dernière fournira seulement le courant $I'_1$ pour lequel la tension aux bornes sera $E'_1$ dont la projection sur $I_0 E$ est $E e'_1$. De même si le courant demandé par le réseau tombait à la valeur $I''$, la batterie se chargeant, absorberait un courant complémentaire figuré par $I''I_1$ ; la dynamo génératrice fournirait le courant $I''_1$ et la tension aux bornes serait $E''_1$ qui projetée sur $I_0 E$ donne $I_1 e''_1$.

Le résultat de l'intervention de la batterie est double.

On a notablement diminué l'amplitude de la variation du courant débité par la génératrice ($I' I''_1$ au lieu de $I' I''$), et on a corrélativement réduit l'oscillation et la différence de potentiel aux bornes, puisque cette oscillation passe de la valeur $e' e''$ à $e'_1 e''_1$.

Cette analyse suppose que la batterie fonctionne toujours à la tension d'équilibre $E$. Or ceci n'est pas exact. La batterie possède une certaine résistance intérieure $r$, dans laquelle, pour plus de simplicité, nous comprendrons la résistance des câbles qui la relient aux barres de distribution. Lorsque la batterie est appelée à fournir un courant $i$, le passage de ce courant dans la résistance $r$ absorbe une différence de potentiel $ri$, de sorte que la batterie ne fournit plus aux barres de distribution que la tension $e$

$$e_1 = E - r i \qquad (1)$$

C'est cette tension réduite qui déterminera la décharge de la batterie sur le réseau.

Lorsque l'appel de courant du réseau est égal à $I_0$, le courant $i$ ci-dessus fourni par la batterie est nul, comme nous l'avons dit. Lorsque le cou-

rant demandé par le réseau devient $I'$ ($I' > I_0$) la génératrice fournit une portion $i'$ et la batterie une portion $i$ de ce courant total, en sorte que l'on a :

$$i + i' = I' \qquad (2)$$

Si nous désignons d'une façon générale par $\alpha(i')$ le terme soustractif qui représente la réaction d'induit de la génératrice dont $E$ est la force électromotrice, la valeur de la différence de potentiel aux bornes sera

$$e_1 = \mathrm{E} - \alpha(i') \qquad (3)$$

égale à la différence de potentiel qui existe au même moment aux bornes de la batterie, d'où on déduit

$$E - ri = \mathrm{E} - \alpha(i') = RI' \qquad (4)$$

$R$ désignant la résistance apparente du réseau.

On voit, d'après ces équations, qu'il s'établit un équilibre entre les débits $i$ et $i'$ de la batterie et de la génératrice, équilibre qui résulte des valeurs respectives des quantités $E$, $r$, E, $R$ et de la forme de la fonction $\alpha$.

Si, comme nous l'avons supposé dans la figure 191, la caractéristique externe de la génératrice a été déterminée par une expérience préalable, cette courbe donne directement, pour toute valeur $i'$ de l'intensité débitée par cette machine, la différence de potentiel E — $\varphi(i')$ aux bornes. Les courants $i$ et $i'$ dont la somme est $I'$ prennent d'eux-mêmes des valeurs telles que la dernière des équations précédentes (4) soit satisfaite. Mais on voit que plus la résistance intérieure est élevée pour les accumulateurs moins $i$ sera grand pour une même valeur de E — $\varphi(i')$. Autrement dit, plus importante sera la résistance intérieure de la batterie (connexions comprises), moins grande sera sa participation au débit total, tandis que la variation de différence de potentiel, précisément représentée par le produit $ri$, aura une plus grande amplitude.

Dire que $r$ est grand revient à dire que la caractéristique externe de la batterie est très inclinée, relativement, sur l'axe O I, de même qu'est également très inclinée, par rapport au même axe, la caractéristique de la dynamo quand la fonction $\varphi'$ peut prendre de grandes valeurs numériques.

Il suffit de regarder la figure 191 pour voir que l'amplitude de l'oscillation de la différence de potentiel dépend de l'inclinaison sur l'axe O I de la courbe de réaction d'induit. Plus la direction générale de cette courbe au voisinage du point de régime E se rapprochera d'une parallèle à l'axe O T, plus l'oscillation sera réduite et plus l'effet utile de la batterie comme régulateur sera grand.

Mais très souvent, il en est autrement et les courbes caractéristiques, tant des accumulateurs que des génératrices, ne répondent pas à cette condition : elles présentent une inclinaison qui rend insuffisant l'effet régulateur de la batterie, parce que, malgré tout, l'oscillation de différence de potentiel reste, du fait de la forme de la courbe, plus importante qu'il ne faudrait.

C'est ici qu'interviendront avantageusement les survolteurs-dévolteurs dont le principe sera exposé en détail dans la suite, mais qui tendent à exagérer les effets des variations de courant pour contraindre plus efficacement et plus rapidement la batterie à un débit sérieux par rapport au débit total et capable de maintenir, dans des limites très resserrées, les variations sur les génératriees.

*(A suivre.)* Ch. Vallet.

# Travaux relatifs à l'électrochimie

PRÉSENTÉS AU 8[e] CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE (1)

**1° Traitement des minerais de fer au four électrique,** *rapport présenté par* M. D.-A. Lyon.

Six fours électriques sont actuellement en fonctionnement pour le traitement des minerais de fer : un four de 2500 ch, à Trollhättan (Suède).

Un four de 3500 ch, à Domnarfvert (Suède).

Deux fours de 3000 ch, à Hagfors (Suède).

Un four de 3500 ch, à Hardanger (Norvège).

Et un four de 2000 ch, à Héroult, Shasta C°. (Cal.).

En outre, les cinq fours suivants sont à peu près achevés : un four de 3500 ch, à Hardanger (Norvège).

Trois fours de 3000 ch, à Arendal (Norvège), et un four de 2500 ch en Suisse.

La puissance totale affectée à l'industrie sidé-

(1) Congrès international de chimie appliquée, Washington, 4 septembre 1912.

rurgique est à présent de 32 500 ch; de plus, la *Noble Electric Steel Company*, de Héroult, s'occupe d'établir des fours supplémentaires pour arriver à une production de 100 tonnes de fonte électrique par jour.

Les plus grandes difficultés rencontrées dans le développement du four électrique pour le traitement des minerais, ont résidé dans l'entretien des parois du creuset et des électrodes; les problèmes restant à résoudre sont relatifs à la détermination du rapport entre la capacité du creuset et celui de la cheminée, à la réduction des oxydes dans la cheminée, à la circulation du gaz, au chauffage préalable des minerais, à la fusion des minerais finement divisés, au rendement du four, etc.

**2° Pertes calorifiques dans le four électrique**, *rapport présenté par* M. F.-A.-J. Fitz-Gerald.

La rapidité de production de l'énergie calorifique doit être aussi grande que possible; des essais effectués par l'auteur ont fait voir que le rendement augmente avec la puissance dépensée par unité de poids de charge. Une autre condition à remplir est de réduire, autant, que possible la surface extérieure; avec un four à résistance chauffé à 2000° C, on a constaté : pour une surface extérieure de 80 m², une dépense de 6,1 kw-heure et, pour une surface de 53 m², une dépense de 5,0 kw-heure. Reste ensuite à assurer l'isolement calorifique du four: la brique de maçonnerie rouge ou isolante est préférable, sous ce rapport, à la brique réfractaire et à la brique de silice; mais c'est la brique de kieselguhr (terre d'infusoires), qui convient le mieux; l'amiante est aussi un isolant efficace.

**3° Fours à induction et fours à résistance**, *rapport présenté par* M. C.-H. von Bauer.

Le système de four le plus avantageux est le four mixte Röchling-Rodenhauser, du type diphasé; ce four permet d'obtenir des températures aussi élevées qu'on peut le désirer; on s'occupe d'établir des appareils de 16 et de 20 tonnes.

**4° Affinage électrique de l'acier**, *rapport présenté par* M. P. Heroult.

En Europe, on fabrique surtout au four électrique des aciers supérieurs; en Amérique, c'est la fabrication de l'acier de rails que l'on a principalement poursuivie; le travail électrique fournit des aciers plus fluides; les coulées sont plus faciles; il n'y a pas de bulles et les pertes sont réduites au minimum; pour beaucoup de moulages, le réchauffage est inutile. On peut obtenir au four électrique des aciers doux coulés comparables aux aciers laminés. Le four électrique se prête avantageusement à la fabrication économique des aciers au chrome, au nickel, au vanadium, au tungstène. Des perfectionnements de détail ont amélioré la fabrication; il y a deux ans, on considérait comme un résultat avantageux de fondre et d'affiner en six heures, avec une dépense de 750 kw-heure, une tonne d'acier; aujourd'hui, on arrive à la même production en quatre heures, avec une dépense de 600 kw-heure; des économies correspondantes ont été réalisées pour les frais de main-d'œuvre, l'usure des matières réfractaires, etc.

**5° La déphosphoration au four électrique**, *rapport présenté par* M. A.-E. Greene.

L'auteur indique différentes méthodes de fabrication qui permettraient de traiter des minerais à forte teneur en phosphore. L'avantage principal du four électrique est de permettre de régler la température avec une grande précision et de contrôler de près les réactions; lorsque l'on appréciera l'importance de cette propriété, le four électrique prendra beaucoup d'extension.

**6° Le laitier du four électrique**, *rapport présenté par* M. R. Amberg.

L'auteur étudie le rôle du laitier dans le four électrique, et précise, en partant de cette étude, les conditions dans lesquelles le four électrique doit être employé.

H. M.

*(A suivre.)*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPAREILLAGE

### Le parafoudre « Sig ».

Nous empruntons à la *Rivista tecnica d'Elettricita* les informations et les figures suivantes concernant le parafoudre « Sig », qui a été imaginé par deux ingénieurs italiens, MM. Pizzuti et Ferrari, et construit par la maison Magrini, de Bergame.

Les inventeurs ont basé leur appareil sur les principes suivants :

1° Une onde oscillante perturbatrice se propage dans le circuit à la vitesse $\sqrt{\frac{1}{CL}}$, formule dans laquelle $C$ et $L$ sont respectivement la capacité et l'inductance du conducteur.

2° S'il arrive que l'impédance naturelle a une valeur constante dans le circuit, l'onde s'y propage sans déformation ni altération appréciable ;

3° Quand une onde arrive en un point du circuit à partir duquel on a une diminution de l'impédance naturelle, en ce point se produit une réflexion partielle avec changement de signe de l'onde de tension, d'où un abaissement de potentiel;

Si, au contraire, l'onde arrive en un point où on a une augmentation de l'impédance, en ce point se produit une réflexion partielle sans changement de signe, d'où une élévation de potentiel.

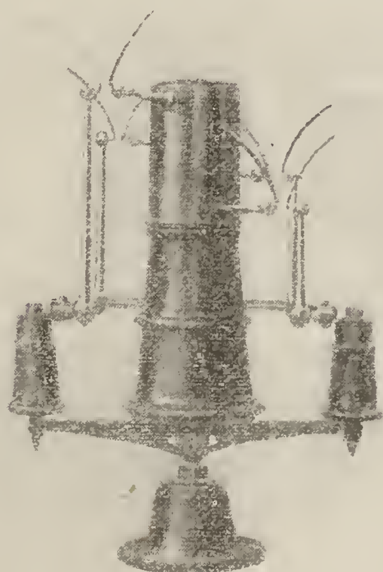


Fig. 192. — Parafoudre « Sig » pour 2 03 volts.

En ce qui concerne l'intensité, on a les phénomènes inverses;

4° L'élévation ou la diminution de potentiel est d'autant plus grande que la variation de l'impédance naturelle se trouve être plus accentuée;

5° Si l'impédance naturelle passe d'une valeur très faible à une valeur très élevée en deux sections consécutives du circuit, au point de passage on a une réflexion totale de l'onde. Le potentiel ne change pas de signe dans cette réflexion, en sorte qu'il se forme un ventre d'oscillations pour le potentiel; par contre, l'intensité change de signe et il se forme, conséquemment, un nœud.

Le contraire se produit quand on passe d'une valeur très élevée à une petite valeur de l'impédance naturelle.

Tels sont les principes dont l'application a conduit à réaliser les appareils Sig. Cette application

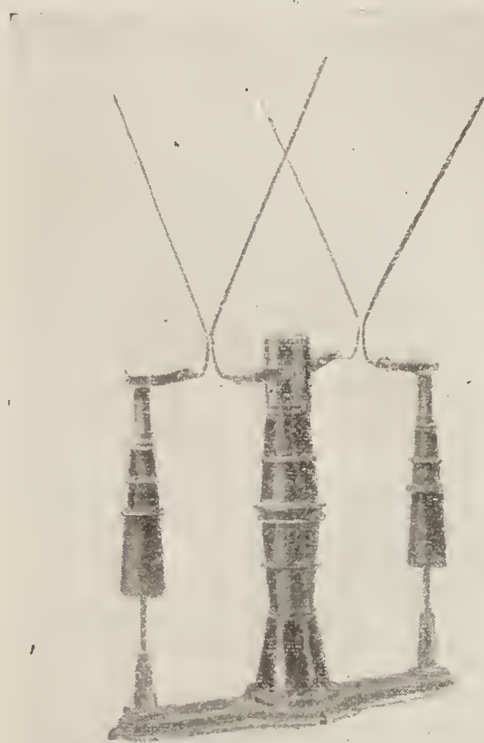


Fig. 193. — Parafoudre « Sig » pour 90 000 volts, type B.

amène à installer, sur la ligne qu'il s'agit de protéger, une capacité et une inductance capables de modifier l'impédance naturelle entre les points



Fig. 194. — Parafoudre « Sig » pour 90 000 volts, type A.

où l'insertion est effectuée et, en même temps, de changer d'une manière convenable la distribution des nœuds et ventres des oscillations.

L'inductance est montée en série sur la ligne à protéger, tandis que la capacité établit une dérivation de la ligne à la terre. En même temps, à partir de différents points exactement déterminés sur l'armature du condensateur relié à la terre, on établit des dérivations avec excitateurs ordinaires ou à cornes, à cylindres ou de tout autre type; ces excitateurs sont également reliés à la terre à travers une résistance ohmique.

Comme la capacité et l'inductance des appareils Sig sont disposées et proportionnées de manière à provoquer toujours la formation d'un ventre de potentiel au point d'attache des excitateurs précités, on a la certitude que la surtension est sûrement déchargée à la terre.

Quand les surtensions peuvent se produire des deux côtés d'un réseau, on doit installer un appareil à chaque extrémité de l'endroit ou de la machine qu'il s'agit de protéger.

Les parafoudres Sig, partout où ils ont été installés, ont donné satisfaction. — G.

## APPLICATIONS DIVERSES

### Analyse du vin au moyen du téléphone.

On aurait découvert, en Suisse, une curieuse méthode permettant de reconnaître si un vin est pur ou falsifié. La méthode en question serait basée sur la conductivité électrique du liquide examiné. Il suffirait de placer dans un circuit téléphonique un tube rempli de vin à analyser. Si le vin est pur, la conductibilité demeurera bonne et la transmission sera nette. D'autre part, si le vin est impur, la transmission sera ou mauvaise ou impossible? — G.

## CANALISATIONS

### Bétonnage des poteaux électriques en bois.

L'*Electrical World* rapporte que l'entreprise américaine « Indianopolis Light and Heat » bétonne aujourd'hui tous ses poteaux au ras du sol, afin de les empêcher de pourrir, et qu'elle a déjà traité ainsi environ 1500 supports. Quand il s'agit d'un poteau neuf, on attend une année avant de procéder à l'opération du bétonnage, pour être sûr qu'il s'est convenablement consolidé. Ensuite, avec une petite bêche, on pratique tout autour du poteau une ouverture large de 10 à 12 cm et profonde de 0,90 à 1,2 m. On remplit cette excavation de béton et on donne à la masse, au moyen de la truelle, une pente de manière à empêcher l'eau de séjourner à la base. Le collier de béton s'élève de quelques centimètres au-dessus du sol et fournit à la base du poteau une apparence gracieuse. Une équipe de quatre hommes, avec un attelage, peut bétonner de huit à dix poteaux en un jour. M. T.-A. Wynne, surintendant général de l'entreprise précitée, évalue les frais quotidiens d'une pareille équipe à environ 80 fr, ce qui fait ressortir le coût du bétonnage de chaque poteau à environ 3,75 fr. On a, en outre, songé à enduire les poteaux, avant leur plantation, d'une couche de béton. Mais ce dernier système a été écarté en faveur de celui consistant à bétonner au ras de terre, c'est-à-dire à protéger la partie du support qui est surtout exposée aux avaries. Les poteaux anciens, aussi bien que les neufs, du réseau de l'entreprise précitée, sont soumis au traitement du bétonnage, lequel, espère-t-on, va prolonger leur durée et permettre de réaliser une économie dépassant de beaucoup le prix de revient des travaux. — G.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Emploi de l'électricité dans les puits à pétrole.

L'*Electrical Review* rapporte que l'emploi du courant électrique, dans les puits à pétrole de Californie, permet de réduire considérablement les frais d'exploitation L'épuisement et le forage des puits au moyen de l'électricité reviennent à bien meilleur compte que les mêmes opérations effectuées au moyen de toute autre méthode. On estime que le fonctionnement des pompes actionnées à la vapeur revient en moyenne à 46,8 fr par jour et par puits, tandis que le même fonctionnement, au moyen de l'électricité, ne coûte pas plus de 5,30 fr. La plupart des puits en exploitation ont environ 450 m de profondeur, pourtant on en rencontre certains qui mesurent jusqu'à 900 m. — G.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### L'électricité et la propulsion des navires.

M. W. Dartnall a été, depuis quelques années, considéré comme l'un des promoteurs et des partisans les plus persuasifs en Angleterre de la propulsion électrique des navires; il vient de lire, le 4 novembre dernier, un travail devant la Société des ingénieurs de Londres sur « la génération et la transmission électrique de la force motrice pour la propulsion des navires ». Il fait d'abord remarquer que le problème fondamental de la propulsion est de produire économiquement une poussée capable de vaincre la résistance que le navire rencontre en se déplaçant dans l'eau, puis il rend compte de quelques-uns des essais les plus récents réalisés dans le but d'appliquer une puissance mécanique à la propulsion. Il est d'avis que le rendement therm'que propulsif, c'est-à-dire le pourcentage de chaleur du combustible converti en poussée efficace au propulseur, devrait être la

mesure de la valeur commerciale d'un navire, spécialement dans la marine marchande, et il démontre que les pertes intermédiaires sont le plus souvent très grandes. M. Dartnall décrit son système breveté dit « Poragon » et les navires équipés électriquement qui sont en essais en Amérique. Il déclare, ensuite, que l'emploi de l'électricité pour la propulsion des grands navires devait encore récemment attendre sa réalisation des progrès à accomplir dans la science de la mécanique et dans l'établissement de moteurs initiaux appropriés, tandis qu'aujourd'hui, avec la turbine à vapeur, le moteur à explosion et, dans un avenir très prochain, avec la turbine à gaz, on disposera alors des moyens d'entraîner les génératrices qui produisent le courant nécessaire à l'alimentation des moteurs propulseurs. C'est pourquoi la propulsion électrique des navires avait été regardée jusqu'à maintenant comme un problème quasi insoluble. Il est évident que, d'un côté, les ingénieurs de la marine n'étaient pas familiarisés avec tous les essais et tentatives proposées pour résoudre ce problème, tandis que, d'un autre côté, les ingénieurs électriciens restaient quelque peu étrangers à toutes ces questions d'art naval, telles que celles des hélices propulsives et de leurs pertes quand elles fonctionnent à grande vitesse. Il en est résulté que la question de la propulsion électrique des navires n'a fait que peu de progrès et que les ingénieurs électriciens ont pu considérer le problème comme irréalisable au point de vue pratique et commercial. Alors, M. Dartnall rend compte des essais exécutés en Amérique, grâce au zèle de l'amiral Cone, de la marine des Etats-Unis, et à celui de ses collègues qui, aidés du gouvernement américain, équipent électriquement le navire *Jupiter* dont le matériel électrique a été conçu par M. Emmet, de la General Electric Company. Il faut citer encore M. A. Mavor, de Glasgow, qui s'occupe de la construction d'un navire à propulsion électrique de 600 ch, ici les moteurs principaux consistent en deux moteurs Diesel de 300 ch, faisant 400 tours par minute. Des courants alternatifs triphasés alimentent un moteur à induction, à cage d'écureuil, actionnant le propulseur à raison de 78 tours par minute. Ce navire a été mis en essais en même temps que le *Jupiter* et les résultats seront des plus intéressants à noter. M. Dartnall conclut en disant que le navire à propulsion électrique est maintenant devenu question d'intérêt pratique et qui doit être envisagé dans l'avenir des programmes de construction navale. — A. H. B.

## DIVERS

### Les sept merveilles modernes du monde.

On lit dans l'*Electrician* qu'un magazine populaire de Chicago, ayant adressé un questionnaire à un millier de savants éminents du monde entier, a reçu des réponses d'après lesquelles la télégraphie sans fil serait considérée comme la plus grande des sept merveilles du monde moderne. La liste suivante montre l'ordre d'importance des sept découvertes que, d'après les réponses au questionnaire ci-dessus, la majorité des personnes consultées regardent comme les plus merveilleuses : 1° la radiotélégraphie; 2° le téléphone; 3° l'aéroplane; 4° le radium; 5° les antiseptiques et les antitoxines; 6° l'analyse du spectre; 7° les rayons X. — G.

## ÉCLAIRAGE

### L'éclairage électrique des automobiles.

Le 2 novembre dernier, à l'Association des ingénieurs mécaniciens de Birmingham, M. Walton et Breyerton ont présenté un travail sur ce sujet; ils démontrent la nécessité d'un éclairage plus efficace que les phares à acétylène qui, après un succès mérité pendant quelque temps, ne répondent plus aux exigences actuelles d'avoir un éclairage intense, régulier, et exempt de troubles, d'ennuis et d'interruptions intempestives. L'introduction des lampes à filament métallique a simplifié le problème de l'éclairage à beaucoup de points de vue et remplace avec avantage pour les phares de l'avant la lampe à filament de carbone qui peut être encore employée comme feu de côté ou de queue. Puis les auteurs décrivent les divers systèmes adoptés et préconisent l'emploi d'une dynamo et d'une batterie; cette dernière alimente les phares pendant les arrêts et les marches lentes. Ils concluent en faisant remarquer que les constructeurs doivent dorénavant prévoir, dans l'agencement de leur châssis, l'emplacement de la dynamo d'éclairage, de la batterie et du régulateur. — A. H. B.

## ÉLECTROTHERMIE

### Le gril électrique Pelouze.

L'*Electrical Review and Western Electrician* signale un nouveau gril électrique mis en vente par la compagnie « Pelouze Manufacturing » de Chicago. L'élément de chauffage consiste en une résistance en fil enroulée sur des tubes verticaux en lavite; les spires sont, à la base, serrées l'une contre l'autre plus qu'en haut, de manière à donner en bas une quantité de chaleur plus grande que celle dégagée par les appareils de même espèce jusqu'ici connus. On obtient ainsi une chaleur efficace très uniforme, et la rôtie est grillée également sur chaque surface. L'élément absorbe 550 watts au régime normal de tension, et donne très rapidement la rôtie désirée. En

haut de l'appareil se trouve disposé un plateau de chauffe destiné à faire sécher au préalable le

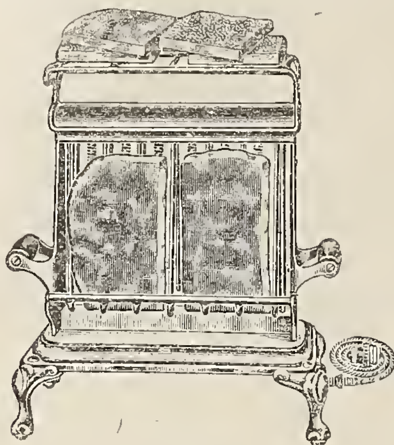


Fig. 155.

pain à traiter et à maintenir les rôties chaudes jusqu'au moment de la consommation. — G.

## ÉLECTROTHÉRAPIE

### Le sommeil électrique.

L'*Electrical Review* rapporte que, reprenant les expériences faites par le Dr Leduc avec du courant continu, le Dr F. Nagelschmidt, de l'Institut Finsen de Berlin, a réussi, en employant du courant alternatif, à provoquer le sommeil et l'anesthésie sans porter atteinte à l'état de santé du patient. La quantité de courant alternatif nécessaire pour entraîner la mort est beaucoup plus élevée que quand il s'agit de cou rant continu. — G.

## FORCE MOTRICE

### Epuration de l'eau d'alimentation des chaudières par l'aluminium.

*L'Électrical Review and Western Electrician* rapporte que le procédé imaginé par un chimiste de Hanovre, M. Brandes, pour épurer l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur, a fait l'objet d'essais officiels à Vienne. Dans ce procédé, on fait passer l'eau d'alimentation sur une plaque ondulée d'aluminium exposée à l'action de la lumière. Les expériences ont été faites avec une chaudière Meunier présentant une surface de chauffe de 1,57 $m^3$ sous une pression de 10 kg : $cm^2$. On s'est livré à trois essais, chacun d'une durée de 200 heures. Dans le premier essai, l'eau passait dans une auge en aluminium qui était éclairée; dans le deuxième, dans une auge en aluminium fermée et, par suite, non exposée à la lumière; enfin, dans le troisième essai, l'eau d'alimentation n'avait été soumise à aucun traitement préalable. On a constaté que la quantité de dépôt par kg d'eau d'alimentation était de 0,011 gr dans le premier cas, de 0,025 dans le deuxième et de 0,051 dans le troisième. Il semble donc que la simple influence de la lumière est à peu près aussi importante que celle de l'aluminium. Les laps de temps nécessaires pour enlever, après chaque essai, tous les dépôts qui s'étaient attachés aux parois de la chaudière, ont présenté à peu près la même proportion — savoir : 40,108 et 186 heures respectivement. — G.

## INDUSTRIE ÉLECTRIQUE

### L'électricité en Espagne.

D'après une information que nous relevons dans le *Times Engineering Supplement*, le consul des Etats-Unis à Barcelone aurait signalé que les applications de l'électricité font des progrès considérables, non seulement dans les grands centres de la péninsule Ibérique, mais encore dans les agglomérations secondaires. En effet, il n'y a plus guère de villes de quelque importance de cette région, qui ne soient, aujourd'hui, éclairées à l'électricité. Par suite, les commandes en machines et appareils électriques, qui sont pour la plupart importés, augmentent rapidement. L'accroissement dans la valeur des importations, en 1911, a été d'environ 22 0/0 comparativement à 1910 et 1909. En 1910, les 2/3 des articles importés sont venus d'Allemagne; ensuite on rencontre, parmi les pays importateurs, la France, la Grande-Bretagne et la Suisse. Les principales commandes adressées à l'étranger portent sur des dynamos, des moteurs, des compteurs et des appareils télégraphiques et téléphoniques. — G.

## LAMPES

### Filaments de tungstène étirés soumis à l'action de températures et d'oscillations élevées.

Nous empruntons à l'*Elektrotechnische Anzeiger* les informations suivantes sur les nouveaux procédés appliqués, depuis quelques mois, dans la fabrication des lampes au tungstène et sur les résultats qu'ont donnés ces innovations :

Alors que, depuis longtemps déjà, on obtient les filaments de tantale par l'étirage du métal, on était encore presque exclusivement réduit, pour la préparation des filaments au tungstène, à un procédé indirect dans lequel on étirait une pâte formée d'oxyde de tungstène. On réduisait ensuite cet oxyde à une température élevée, en présence d'hydrogène. La pâte en question se compose d'oxydes très finement divisés, qui se trouvent généralement à l'état colloïdal et qui sont maintenus en cohésion par une matière agglomérante. Cette dernière substance s'élimine facilement à la température de réduction et l'on a, dès lors de s,filaments métalliques extraordi-

nairement homogènes, lesquels ont toutefois l'inconvénient de présenter une fragilité très grande.

Tout récemment, on a résolu le problème de l'étirage direct du filament de tungstène en employant à cet effet des filières convenables en diamant; la lampe ne reçoit dès lors, tout comme les lampes au tantale, qu'un seul filament disposé en zigzag. Les nouveaux filaments de tungstène se distinguent en outre des anciens par la structure du métal : alors que ceux formés d'après l'ancien procédé présentent des grains très fins, ceux du nouveau procédé, ainsi que l'a établi M. le professeur O. Scarpa à la suite d'études microscopiques des surfaces extérieures et des sections transversales, offrent une structure fibreuse.

Après avoir fait cette constatation, M. Scarpa a eu l'idée de rechercher comment se comportent les nouveaux filaments sous l'action de températures et d'oscillations élevées.

Précédemment déjà, M. Scarpa avait démontré que la durée minime des lampes au tantale, soumises à l'action du courant alternatif ou d'oscillations continues, était occasionnée par l'état cristallin que les filaments de ces lampes prennent sous l'influence simultanée de la température et des oscillations. Alors le filament incandescent se partage en fragments assez étendus, dont les joints naturels se trouvent être à peu près perpendiculaires à l'axe de la fibre, en sorte que les oscillations transversales favorisent des déplacements latéraux entre les diverses sections et amènent enfin la rupture du filament.

Sur les filaments au tungstène, tirés de l'oxyde d'après l'ancien procédé, M. Scarpa avait, au contraire, remarqué que ces filaments prennent bien sans doute, eux aussi, un état cristallin, mais en présentant une forme de cristaux tout autre. Comme les différents éléments consécutifs sont plus petits et également enchevêtrés les uns dans les autres, M. Scarpa conclut, à la suite de l'étude des microphotographies obtenus, que ces filaments doivent présenter une plus grande résistance mécanique lorsqu'ils sont soumis à des oscillations. C'est ce qui a été confirmé par la plus grande durée des lampes au tungstène que l'expérience a permis de constater.

On pouvait donc supposer que les filaments au tungstène tirés directement du métal d'après le nouveau procédé de fabrication, ne présenteraient point les mêmes avantages. Pour trancher la question, M. Scarpa a étudié huit lampes neuves ayant leur filament de tungstène étiré d'après le procédé d'Osram : deux de ces lampes furent alimentées avec du courant continu, les autres reçurent du courant alternatif et furent en même temps soumises à des oscillations diverses. Il a constaté que, sous l'action de températures élevées (environ 1900°), le filament de tungstène prend une structure cristalline formée d'éléments très petits, exactement comme les filaments tirés de l'oxyde. L'action simultanée de températures et d'oscillations élevées fait naître sans doute un état cristallin présentant des éléments aux dimensions sensiblement plus développées; mais comme ces éléments demeurent encore emboîtés les uns dans les autres, des déplacements à angle droit avec l'axe de la fibre et, par suite, des ruptures du filament, ne peuvent encore, dans ce cas aussi, que difficilement se produire.

Les recherches de M. Scarpa confirment donc ce que la pratique, durant la courte période des essais déjà écoulée, avait démontré — à savoir que le nouveau filament au tungstène présente des avantages sur le filament au tantale, au point de vue de la durée, aussi bien quand on le soumet à l'action du courant continu qu'à l'action du courant alternatif. De plus, le nouveau filament au tungstène présente la résistance mécanique, vraisemblablement plus grande, que comporte sa construction. — G.

## Lampes électriques à faibles intensités lumineuses.

Nous relevons, dans l'*Electrician*, les réflexions suivantes :

« L'une des caractéristiques les plus remarquables du développement pris par la lampe à filament métallique consiste dans l'abandon des sources lumineuses de faible intensité lumineuse et dans leur remplacement par des sources d'intensité élevée. Autrefois, on rencontrait rarement une lampe de plus de 16 bougies employée pour des usages domestiques, et souvent on considérait comme suffisante une lampe de 8 bougies seulement. Mais l'apparition de la lampe à filament métallique a bouleversé l'ancien état de choses. On a dès lors constaté qu'il était possible d'employer des sources lumineuses de grandes intensités lumineuses sans augmenter sensiblement la dépense d'énergie et on s'est habitué à envisager comme un avantage l'augmentation d'éclairement ainsi obtenu. Cette conception a été naturellement encouragée par les stations centrales qui se sont imaginé à tort qu'il leur fallait, quoi qu'il advînt, maintenir la vente de courant aux chiffres anciens. C'est là un fait fâcheux, car les lampes a faible intensité sont préférables, pour certains usages domestiques et commerciaux, et cela tant au point de vue de l'éclairage que sous le rapport hygiénique. Quant au constructeur de lampes métalliques, il est tout disposé, lui, à donner des produits se prêtant à toutes les tensions possibles, et il ne demande pas mieux que de favoriser les données des stations centrales. Ces dernières agiraient sagement en contribuant à faire adopter, dans une mesure plus étendue, la lampe à faible intensité lumineuse et en cherchant à compenser la diminution de la vente d'énergie pour l'éclairage par des

installations de chauffage et de cuisine électrique, de radiateurs, de petits appareils pour usages divers. Les stations génératrices devront bientôt se résigner à ne plus voir, dans la fourniture du courant affecté à l'éclairage, qu'une branche accessoire de leur activité normale. » — G.

## RADIOTELEGRAPHIE

### Réception de signaux radiotélégraphiques par des antennes placées au ras du sol.

M. E. Rothé, dans une communication faite à l'Académie des sciences, dans la séance du 4 novembre, rappelle qu'il a signalé à l'Académie, le 22 janvier 1912, la possibilité de recevoir les radiotélégrammes de F. L. et de plusieurs stations allemandes, avec des antennes très réduites. C'est ainsi que les radiotélégrammes F. L. pouvaient être perçus très nettement et compris avec un fil de 15 m à 2,50 m du sol.

Un fil complètement horizontal d'une cinquantaine de mètres de long, placé d'une manière quelconque à hauteur d'homme dans la cour de l'Institut de physique de Nancy, permet également la réception; pourtant celle ci n'est intense qu'en employant le montage simple décrit dans sa note du 22 janvier 1912.

Au cours des vacances dernières, il a fait des expériences nouvelles, près de Saint-Dié, et croit intéressant d'en signaler les résultats, puisqu'ils semblent un peu différents de ceux qu'a obtenus M. Jegou près de Saint-Brieuc, à une distance de Paris à peu près égale à celle de Saint-Dié, mais dans la direction opposée. L'antenne dont il s'est servi était un fil de cuivre unique placé sur des potelets de 15 cm de haut, très mal isolé, touchant parfois l'herbe.

La longueur a varié d'un minimum de 15 m jusqu'à un maximum de 35 m. Cette antenne communiquait avec une conduite d'eau (conduite d'arrosage du jardin), par l'intermédiaire d'une bobine de self de 0,0045 henry. Elle n'était pas orientée dans la direction Paris. Le circuit du détecteur, comprenant en série le détecteur, le téléphone et les piles, était en dérivation entre le sol et le point d'attache de l'antenne et de la self. Dans ces conditions on entend parfaitement la tour Eiffel. On peut utiliser le téléphone à grande résistance (4000 ohms). Le téléphone à petite résistance (150 ohms), branché sur le transformateur de M. Jégou, donne aussi d'excellents résultats.

Le jardin où ces expériences ont été faites est entouré entièrement d'un treillage métallique de plus de 1 m de hauteur. M. Rothé ajoute que des expériences de même nature ont été faites aussi par un de ses correspondants, M. Tavenaux, de Sedan; des expériences sur les propriétés spéciales de ces antennes, et en particulier sur leur longueur d'onde, sont actuellement en cours; il semble utile d'étudier en détail le mécanisme de la réception par ces sortes d'antennes au ras du sol.

## TRANSFORMATEURS

### Le turbo-convertisseur.

L'Institution anglaise des ingénieurs-électriciens a maintenant fixé ses réunions pour la section 1912-1913. La section de Manchester a inauguré ses séances le 1er novembre, avec un discours présidentiel de M. Creedy sur le turbo-convertisseur, groupe électrogène à courant continu à grande vitesse. Ce travail décrit un dispositif qui diffère, sur certains points, des propositions analogues. Comme le dit M. Creedy au début de son discours, les ingénieurs-électriciens sont particulièrement conservateurs et routiniers et il ajoute que l'initiative et l'esprit d'innovation sont souvent sacrifiés à un trop grand respect de la pratique généralement et précédemment adoptée. Il exprime l'espoir que ce travail pourra soulever des discussions et suggérera de nouvelles idées au point de vue mécanique principalement. Dans la conception d'un turbo-générateur à courant continu, la difficulté fondamentale réside dans le mode de recueillir le courant au moyen d'un commutateur tournant rapidement et à cela, dit M. Creedy, en dépit de l'habileté des ingénieurs, il ne semble pas exister de remède sauf pour la réduction de la vitesse de rotation de ce commutateur. Afin d'y arriver, M. H. Hobart a proposé l'emploi d'une génératrice de courants alternatifs actionnant un convertisseur rotatif du type ordinaire, mais cette proposition n'a pas été souvent adoptée en Angleterre, probablement à cause du prix trop élevé. Une autre proposition, qui a eu un certain succès, comportait l'emploi d'engrenages doubles qui peuvent être établis de manière à pouvoir servir d'intermédiaires à des puissances considérables. Dans son travail, M. Creedy décrit une nouvelle méthode qu'il a imaginée et qui peut être considérée comme une combinaison des deux propositions précédentes dans laquelle il emploie une génératrice à courants alternatifs du type à induction alimentant un convertisseur rotatif et en même temps servant, en quelque sorte, d'engrenage électro-magnétique. Par ce moyen, il est impossible de réduire matériellement la dimension à la fois du convertisseur rotatif et de la génératrice à courants alternatifs, car, tandis que dans la proposition d'Hobart il est nécessaire que les deux puissent fournir la production totale de l'ensemble, dans le dispositif Creedy la production de l'ensemble est égale à la somme des productions des parties composantes, chacune desquelles n'ayant, par conséquent, qu'une puissance égale à la moitié de celle de l'ensemble. Le turbo-convertisseur Creedy consiste alors en une génératrice à induction

combinée, en une seule machine, avec un convertisseur rotatif; un côté, préférablement le primaire, étant monté sur l'arbre du convertisseur et tournant avec lui tandis que l'autre, ordinairement le rotor à cage d'écureuil, est monté sur l'arbre de la turbine.

En montant le primaire sur l'arbre du convertisseur, dit M. Creedy, au lieu de le laisser fixe comme dans la proposition de Hobart, on se sert de l'effort d'entraînement requis par la génératrice à induction ou, en d'autres termes, de la résistance que le rotor oppose pour être entraînée par la turbine afin d'actionner le convertisseur, lequel sert en outre à produire du courant continu en plus de sa fonction comme convertisseur. Prenons comme exemple une génératrice à 4 pôles et un convertisseur à 4 pôles également. Faisons fonctionner le convertisseur à 1500 tours par minute et relions la génératrice à induction triphasée à l'induit du convertisseur à travers l'arbre creux. A 1500 tours par minute, des courants triphasés à 50 périodes traverseront l'induit du convertisseur. Les connexions sont établies de manière que l'inducteur tournant de la génératrice à induction tourne de la même manière que l'induit du convertisseur. Dans une machine à 4 pôles, avec une excitation à 50 périodes, l'inducteur tournant donnera également 1500 tours par minute relativement à l'enroulement primaire. Il s'ensuit que la vitesse totale de l'inducteur tournant sera de 3000 tours par minute, somme de sa vitesse relativement au primaire et de celle du primaire lui-même. Le rotor à cage d'écureuil, et par conséquent la turbine, donnera approximativement la même vitesse que celle de l'inducteur. Nous obtenons donc une machine dans laquelle la génératrice seulement fonctionne à une fraction de la vitesse de la turbine. Il devient alors clair que, dans une machine montée de la manière que l'on vient de décrire, puisque l'effort d'entraînement de la génératrice à induction agit aussi sur le convertisseur comme générateur à courant continu, l'effort exercé entre le rotor et le stator de la génératrice à induction doit être identiquement égal à celui entre l'induit et l'inducteur du convertisseur. Il y a, en réalité, un même effort exercé en ces différents points.

Le lecteur pourra remarquer l'analogie qui existe entre cette machine et le moteur-convertisseur bien connu et qui donne de si bons résultats, de Bragstad et La Cour. Il y a, évidemment, des différences fondamentales entre les principes d'action des deux machines, mais l'analogie est suffisante pour laisser espérer que celle de M. Creedy trouvera une sphère d'utilisation aussi considérable que celle de Bragstad et La Cour. M. Creedy donne ensuite des explications relativement au choix qu'il a fait d'une génératrice à induction au lieu d'une génératrice synchrone qui semble, à première vue, pouvoir être également applicable. Ces raisons sont peu nombreuses, mais sont concluantes. En effet, si l'on employait une génératrice synchrone, il serait nécessaire de synchroniser les deux éléments tournants à chaque démarrage de l'ensemble. En second lieu, à cause de la présence de deux sources de magnétisation dans le groupe, l'une dans le convertisseur et l'autre dans l'inducteur de la génératrice, il se produirait des troubles considérables en cas de surcharge. Enfin, les bagues du collecteur seraient obligées d'être montées sur l'élément à grande vitesse pour exciter l'inducteur. Dans les autres parties de son travail, M. Creedy entre dans des détails minutieux relativement aux caractéristiques du groupe, de son établissement au point de vue mécanique et des différents types de construction que l'on peut adopter.

A.-H. B.

## USINES GÉNÉRATRICES

### Une station hydraulico-électrique de 216 000 ch en Norvège.

Suivant l'*Elektrotechnische Anzeiger*, on songe actuellement à construire, en Norvège, une station hydraulico-électrique de 216 000 ch, qui serait exploitée par l'Etat, et qui alimenterait en courant Christiania et la Norvège occidentale. L'usine projetée, utilisant les eaux de la chute dite de Nore (420 m de hauteur), serait installée à Numedal; elle comporterait 11 turbines de 20 000 ch et 2 turbines de 10 000 ch. Le courant produit serait consacré en premier lieu à l'exploitation des chemins de fer, ensuite à l'éclairage et aux besoins de la petite industrie. — G.

## Bibliographie

**Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung mit besonderer Berücksichtigung der Rœntgenstrahlentechnik** (*Construction, montage et fonctionnement des bobines d'induction et leur emploi, avec étude spéciale de la technique des rayons Rœntgen*), par Ernest Ruhmer. 2e édition, revue et augmentée, avec environ 200 figures. Prix de l'ouvrage complet : 5 mark.

1re livraison, format 240 × 110 mm de 48 pages (Administration du journal technique *Der Mechaniker*, éditeur, 1912).

La première édition de l'ouvrage ci-dessus est depuis longtemps épuisée. La deuxième édition, dont la première livraison, mentionnée ci-dessus, vient de paraître et va être incessamment suivie des trois autres livraisons formant l'ouvrage complet, a été revisée et mise à jour en conformité avec l'état actuel de la science et de la technique. On doit y rencontrer, à en juger par la première livraison, une description étendue, avec figures à l'appui, de toutes les particularités qui méritent de retenir l'attention dans la construction des bobines et autres appareils d'induction, ainsi qu'une étude minutieuse non seulement des dérangements éventuels des mêmes appareils, avec les indications convenables pour leur relèvement, mais aussi des principes sur lesquels reposent lesdits appareils. On y trouvera, en outre, la description détaillée des modèles jusqu'ici construits en Allemagne et dans les autres pays, ainsi qu'un exposé complet des sources d'énergie, des appareils auxiliaires et des expériences déjà réalisées. Le nom de l'auteur, qui est universellement connu dans les cercles physico-électriques et qui a consigné, dans ce livre, et les résultats de sa longue expérience en matière de construction de bobines d'induction, et ses études théoriques spéciales sur la matière, nous est un sûr garant de la valeur de l'ouvrage. M. Ruhmer a eu soin de formuler ses explications en une langue accessible à tous, sans omettre de les compléter par des figures intéressantes : aussi peut-on prévoir que sa nouvelle publication rencontrera un succès en rapport avec l'autorité de son nom et avec l'importance du sujet traité.

# Nouvelles

## Institut électrotechnique de Grenoble.

Le jury des examens de sortie (2e session, octobre 1912), présidé par M. Barbillion, professeur à la Faculté des sciences, directeur de l'Institut électrotechnique et de l'École française de papeterie, a décerné le diplôme d'ingénieur électricien de l'Université de Grenoble (I. E. G.) à :

MM. Astor, Bauchiers, Bon, Bourbonneux, Chateau, Couderc, de Faure, Garret-Flaudy, Germa, Guerello, Mager, Maureau, Missud, Nicola, Perrenot, Portalis, Prowisionato, Serra, Venot, Vial, Wassilieff.

Ont obtenu le certificat d'études électrotechniques :

MM. Amoric, Arnaud, Bernard, Bouthier, Brisset, Galindez, Reymond Jean, Reymond Charles, Toukerkes.

Dans l'ensemble des deux sessions (juillet et octobre), il a été décerné 86 diplômes d'ingénieur-électricien (I. E. G.) et 18 certificats d'études électrotechniques.

### SECTION ÉLÉMENTAIRE

A la suite des examens de sortie de la session d'octobre 1912, ont été définitivement admis et proposés pour le brevet de conducteur-électricien :

MM. Andraud, Antranik, Basse, Bastrade, Bonfort, Bonnafous, Breton, Chareyron, Chavrier, Chevalier, Chopin, Curvalle, Fricon, Hugues, Jacquelin, Goyot, Levigne, Libeyre, Massip, Mendras, Michel, Morgue, Nadal, Pavinet, Pons, Puget, Sallet, Salvatge, Séverac, Tessier, Tourille, Vergnory, Vergniaud.

*
* *

## Concours pour une lampe électrique de mine décelant les gaz.

Les lampes de sûreté à huile ou à benzine employées jusqu'à présent dans les mines de houille comportent, à côté de grandes qualités, différents défauts. Notamment, elles ne sont pas complètement sûres dans le grisou. D'autre part, les lampes électriques, actuellement en usage dans les mines, présentent encore divers défauts : elles n'offrent pas à l'exploitation une régularité de fonctionnement suffisante et, en outre, elles ne décèlent la présence ni du grisou, ni des gaz asphyxiants.

Pour ces raisons, le Comité des houillères de Westphalie vient de décider de fonder un prix de 25 000 (vingt-cinq mille) mark (31 500 fr), devant être attribué à une lampe électrique de mine, utilisable dans l'exploitation houillère et munie d'un indicateur de grisou de fonctionnement sûr. La lampe et l'indicateur de grisou auront à remplir les conditions suivantes : être sûrs dans le grisou, même après détérioration, et pouvoir être utilisées dans l'exploitation pendant au moins douze heures consécutives. En outre, ils devront être maniables et solides, munis d'une fermeture sûre, être d'une construction simple, d'un entretien facile et d'un emploi économique.

L'indicateur de grisou devra déceler la présence du grisou ($CH^4$) et des gaz asphyxiants au moins aussi bien que la lampe de sûreté à benzine.

Après avoir brûlé pendant douze heures consécutives, la lampe devra encore posséder un pouvoir éclairant d'au moins une bougie Hefner.

Les concurrents devront observer les formalités ci-après :

1° De chaque lampe soumise au concours, il devra être envoyé trois exemplaires au *Verein für die berghaulichen Inferessen im Oberbergamtsbezvik Dordtmund, à Essen (Ruhr), Allemagne.*

2° Ces envois devront être accompagnés des documents techniques, chacun en trois exemplaires;

3° Les documents écrits devront être en langue allemande;

4° Les projets (lampes et documents) soumis au concours devront être parvenus le 1er octobre 1913 au plus tard.

Le jury fera connaître le résultat du concours dans les journaux périodiques suivants : *Gluckauf*, *der Bergbau* et *der Kompass*.

*
* *

## Installations en projet.

Ampuis (Rhône). — Une distribution d'énergie électrique pour tous usages va être établie par la Société du Vercors. La municipalité a adopté le cahier des charges. (Commune de 1707 habitants, canton de Condrieu, arrondissement de Lyon.)

Bayeux (Calvados). — On prépare un projet de distribution d'énergie électrique. (Chef-lieu d'arrondissement de 7736 habitants.)

Beynost (Ain). — La Société des eaux et électricité de Montluel vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 850 habitants, canton de Montluel, arrondissement de Trévoux.)

Birkaden (Alger). — Une distribution d'énergie électrique pour l'éclairage et autres applications, est en construction et sera terminée pour le 1er janvier prochain. (Chef-lieu de canton de 2611 habitants, arrondissement d'Alger.)

La Boisse (Ain). — La Société des eaux et électricité de Montluel vient d'obtenir la concession d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 750 habitants, canton de Montluel, arrondissement de Trévoux.)

Braux (Ardennes). — La municipalité a approuvé le traité passé avec la Société « Les Ardennes électriques » pour l'établissement d'une distribution d'énergie électrique. (Commune de 3093 habitants du canton de Monthermé, arrondissement de Mézières.)

Bretteville-sur-Laize (Calvados). — M. Fortin, électricien à Thury-Harcourt, a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique qui desservirait en même temps Croisilles (commune de 509 habitants du canton de Thury-Harcourt, arrondissement de Falaise), Espins (commune de 185 habitants, canton de Thury-Harcourt, arrondissement de Falaise), Fresney-le-Vieux (commune de 171 habitants, canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise), Barbery (commune de 488 habitants, canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise). (Bretteville, chef-lieu de canton de 839 habitants de l'arrondissement de Falaise.)

*
* *

La pose d'une plaque commémorative et d'un médaillon, à l'occasion du cinquantenaire de Lenoir, inventeur du premier moteur à gaz industriel, aura lieu, au Conservatoire des arts et métiers, le lundi 16 décembre, à 9 h. 1/2 du matin, sous la présidence effective de M. Fernand David, ministre du commerce.

Cette cérémonie sera précédée d'une conférence de M. Letombe, professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, sur « l'œuvre de Lenoir » et ses conséquences industrielles.

*
* *

## Une création utile : La Compagnie des experts-comptables de Paris.

On nous signale la création de la Compagnie des experts-comptables de Paris, qui nous paraît répondre aux desiderata depuis longtemps exprimés par les commerçants et industriels.

Jusqu'ici aucune réglementation dans l'exercice de la profession d'expert-comptable ne permettait au public de faire un choix entre le professionnel qui exerce avec scrupule et celui qui masque son insuffisance par une réclame tapageuse et déplacée.

C'est dans le but d'imposer à ses membres des conditions sérieuses d'aptitude et d'honorabilité, et l'observation d'une stricte discipline, que s'est constituée la Compagnie des experts-comptables de Paris.

Cette association *n'est liée par aucune attache officielle*. L'influence qu'elle peut être appelée à exercer n'est due qu'à la valeur professionnelle et morale des membres qui la composent. Aussi assure-t-elle son recrutement de la façon la plus sévère. Un *conseil de discipline* veille à l'observation des règles professionnelles.

Les adhérents s'engagent à n'exercer aucune fonction incompatible avec la dignité de l'expert, à ne faire usage d'aucune forme de publicité indiscrète, à respecter rigoureusement le secret professionnel, etc.

Un abrégé des règles et usages, adressé à toute personne qui en fait la demande (1) permet d'ailleurs de se rendre compte de l'esprit et des tendances qui animent la compagnie.

Présentant toutes garanties professionnelles et morales indispensables à quiconque peut être, le cas échéant, investi d'une mission de confiance, cette association rendra, croyons-nous, au monde des affaires, les plus utiles services.

(1) Siège social : 92, rue de Richelieu, Paris.

# *Nécrologie*

Un directeur honoraire des postes et télégraphes, M. Charles Bourseul, âgé de quatre-vingt-trois ans, vient de mourir à Saint-Céré (Lot). Il est mort pauvre et ignoré de la foule. Et cependant, il y a plus de trente ans, Graham Bell et Edison avaient salué au congrès international d'électricité, en Charles Bourseul, l'homme de génie à qui le monde était redevable d'une des plus merveilleuses découvertes dont s'honore la science : la téléphonie.

Né à Bruxelles en 1829, fils d'un officier d'état-major français, Charles Bourseul, après avoir fait d'excellentes études scientifiques, fit partie de la première brigade de huit agents constituée à Paris pour l'établissement de la télégraphie électrique. C'est ainsi qu'en étudiant la transmission de la phrase écrite, il fut amené à découvrir la transmission électrique de la phrase parlée. L'étude, où Bourseul, alors employé au bureau télégraphique de la Bourse, définissait le principe du téléphone, fut publiée en 1855 dans l'*Illustration*. Avant de donner sa copie au journal, Bourseul, en fonctionnaire discipliné, consulta ses chefs qui l'autorisèrent à la publier, mais en le priant, assure-t-on, de s'occuper de choses sérieuses. Bourseul n'insista pas, et l'inventeur du téléphone avait depuis longtemps pris sa retraite quand son nom fut révélé aux congressistes de Philadelphie.

A propos de cette mort du modeste savant, le *Temps* vient de publier la note ci-après que nous reproduisons en entier, car elle est malheureusement bien vraie :

LES GÉNIES MÉCONNUS

« M. *Lebureau* vient d'enterrer l'une de ses victimes, M. Charles Bourseul. Ce nom, ignoré de la foule, devrait être illustre, car c'est à Charles Bourseul que l'on doit l'une de plus merveilleuses découvertes des temps modernes : le téléphone, On le savait à l'étranger, et au congrès international d'électricité, qui se tint il y trente ans à Philadelphie, Graham Bell et Edison saluèrent en lui le génie méconnu.

« Par suite de quelles fâcheuses circonstances Charles Bourseul fut-il privé de la gloire que notre patrie dispense si généreusement à tant d'autres? Voilà. Charles Bourseul appartenait à l'ADMINISTRATION et l'on sait que ce conservatoire de la routine n'est pas favorable aux esprits inventifs ni aux novateurs.

« Charles Bourseul fut parmi les huit premiers employés du télégraphe électrique, et l'étude de ce système lui fit découvrir les principes de la transmission de la parole à distance. Son étude sur le téléphone fut publiée, en 1855, par l'*Illustration*. Mais, employé discipliné, Charles Bourseul avait préalablement communiqué son travail à ses chefs en leur demandant la permission de le livrer à la publicité. Il obtint l'autorisation, seulement on lui fit savoir qu'il agirait mieux en s'occupant de choses sérieuses.

« Le malheureux inventeur s'inclina — hélas! — devant ce solennel avertissement, l'installation du téléphone fut retardée de vingt-cinq ans. Il abandonna son rêve et se contenta de gravir, un à un, tous les échelons de la hiérarchie jusqu'au grade de directeur. Il prit sa retraite et vient de mourir, à peu près inconnu, dans une petite commune du département du Lot.

« Les fonctionnaires qui étouffèrent sous leur prétentieuse médiocrité le génie de cet homme recueillirent vraisemblablement, durant leur existence inutile, les honneurs et les dignités. La postérité ignore leurs noms; retiendra-t-elle celui de Charles Bourseul? Il faut l'espérer pour l'honneur de l'esprit humain. Mais n'est-il pas décevant que dans notre pays on ne rende justice aux grands hommes qu'après leur mort? Combien sont-ils les artistes, les inventeurs, les explorateurs qui ont donné à l'humanité ou à la patrie les élans de leur sensibilité, les trésors de leur cerveau, les manifestations de leur courage et n'ont recueilli en échange que l'indifférence, le dédain, quand ils ne se sont pas heurtés à l'hostilité des médiocres? Ne parlons pas des peintres, ils sont légion — et le tracas des enchères publiques venge leur mémoire. Mais il existe encore des méconnus, et la réparation des injustices commises à leur endroit serait facile. N'est-il pas affligeant de penser que l'heure de la consécration n'a pas encore sonné pour Turpin, l'inventeur de la mélinite, et peut-on sans remords songer que l'homme auquel on doit la découverte de l'Indo-Chine, M. Jean Dupuis, achève dans une médiocrité désabusée une existence qui eût dû être glorieuse?

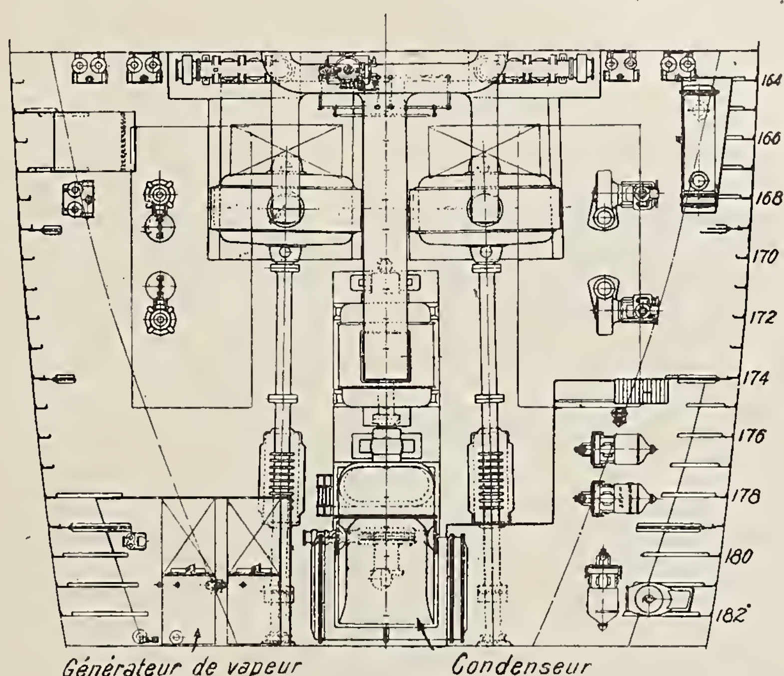
Ceux-là aussi furent les victimes de M. *Lebureau,* car M. *Lebureau,* c'est la personnification de la routine, de l'incompréhension, de la paresse et de la jalousie. Et le mal paraît être sans remède: l'Administration est irresponsable et les ministres ignorent ses méfaits. Les chercheurs, les inventeurs sont les ennemis nés de M. *Lebureau.* Ils représentent pour lui un effort. Aussi, froidement, il les immole à son repos, et tandis qu'ils meurent désespérés, M. *Lebureau,* satisfait, sourit à l'annuaire où sont inscrites les étapes fructueuses de son avancement. »

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S^T-JACQUES.

# Equipement électrique pour la propulsion du charbonnier américain "Jupiter".

En juillet de l'année dernière, l'amirauté des Etats-Unis a commandé à la *General Electric Company* l'équipement électrique destiné à la propulsion du charbonnier *Jupiter*, sur lequel elle avait accepté de faire l'essai du système conçu et étudié par M. W. L. R. Emmet; les conditions prévues par le contrat étaient très rigoureuses : elles fixaient notamment les vitesses de service, les poids maxima de la machinerie, les rendements minima à réaliser, etc.; elles indiquaient aussi qu'en cas de refus de la machinerie électrique par le gouvernement, les constructeurs auraient à enlever l'outillage électrique et à installer les machines ordinaires primitivement indiquées. Les équipements ont été soumis à des essais prolongés et il a été établi aujourd'hui qu'ils répondent aux prescriptions du contrat : le poids total de la machinerie est de 156 tonnes, ce qui représente une économie de 40 0/0 sur le poids de l'outillage ordinaire correspondant et les dépenses d'eau sont de 5,44 et 6,74 kg par ch-heure; les qualités de douceur de marche, la facilité de commande de « l'équipement et la rapidité du renversement du sens de marche ont été admirées par tous ceux qui ont assisté aux épreuves (1) ». Nous donnons ci-après la description de cette installation, d'après des indications publiées dans des revues américaines.



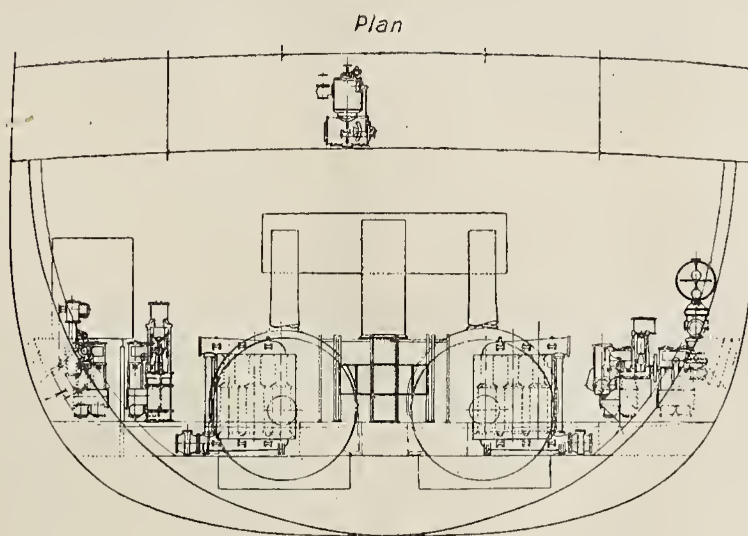




Fig. 196.

**Description du « Jupiter ».** — Le *Jupiter* est un bâtiment du même type que le *Neptune* et le *Cyclope;* le *Cyclope* est équipé avec deux machines à triple expansion et le *Neptune*, de deux turbines accouplées mécaniquement aux arbres de propulsion. Ces navires ont un déplacement de 20 000 tonnes et ils sont établis pour une vitesse de 14 nœuds.

Le tableau ci-après résume les indications principales relatives à chacun d'eux. Le *Neptune* n'a pas donné de résultats entièrement satisfaisants; ce fait est attribué aux mauvaises conditions de fonctionnement des turbines et des hélices; la vitesse de marche des turbines est de 1250 tours par minute et celle des hélices de 135 tours par minute, ce qui n'est pas avantageux.

(1) E. Berg, *Electrical Equipment for the Propulsion of the U. S. Collier Jupiter* (*General Electric Review*, août 1912, p. 490).

CARACTÉRISTIQUES DES TROIS CHARBONNIERS *Cyclope, Jupiter et Neptune.*

| | *Cyclope.* | *Jupiter.* | *Neptune.* |
|---|---|---|---|
| Déplacement, en tonnes . . . . | 20 000 | 20 000 | 20 000 |
| Puissance indiquée, ch . . . . . | 5 600 | — | — |
| Vitesse de marche des machines, t : m, à 14 nœuds . . . . . . | 88 | 2 000 | 1 250 |
| Vitesse de rotation des hélices, t : m, à 14 nœuds. . . . . . | 88 | 110 | 135 |
| Poids de la machinerie, tonnes. . | 280 | 150 | — |
| Machines motrices . . . . . . | 2 machines à triple expansion. | 1 turbo-générateur et 2 moteurs électr. | 2 turbines, avec réduction à engrenages. |

**Turbo-générateur.** — Le groupe générateur du *Jupiter* (fig. 196) se compose d'une turbine Curtis et d'un alternateur triphasé, bipolaire; la vitesse de marche est de 2000 tours par minute à la vitesse de 14 nœuds et la tension aux bornes, de 2200 volts; la turbine est construite de telle façon que toutes les parties sont aisément accessibles et renouvelables; les ailettes des roues peuvent être remplacées simplement en enlevant la moitié supérieure de l'enveloppe; la turbine peut fonctionner avec une seule roue, la vitesse étant alors moitié de la vitesse normale; la sûreté du service est donc garantie.

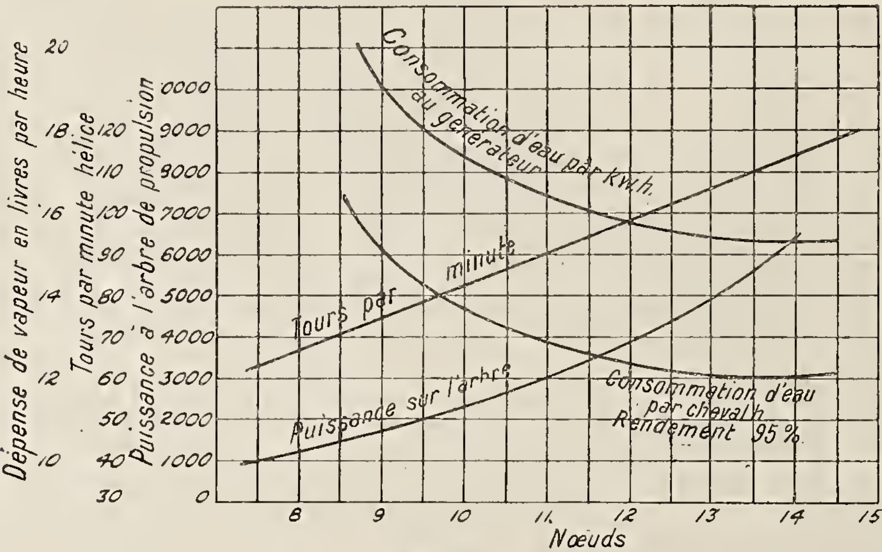



Fig. 197.

L'alternateur est établi pour une puissance de 5450 KVA sous une tension de 2300 volts; le croisillon est formé d'une pièce forgée massive; l'enroulement d'excitation est un enroulement uniformément réparti; il est constitué par des barres de cuivre, isolées au mica et à l'amiante; il est tenu en place au moyen d'un anneau en acier au nickel; sur l'extrémité extérieure de l'anneau est monté un ventilateur qui aspire l'air de la partie inférieure de la machine à travers l'entrefer; il le refoule dans les canaux de ventilation du stator vers le sommet du générateur, par où il s'échappe; le stator est monté en étoile et établi pour une tension de 2300 volts; il est formé de barres de cuivre placées par paires dans les encoches; l'isolement est également fait au mica et à l'amiante. Le noyau de l'inducteur et de l'induit est formé de tôles d'acier au silicium de qualité supérieure.

**Moteurs.** — Le générateur alimente deux moteurs de 2750 ch, 110 tours par minute, 2300 volts; ce sont des moteurs à 36 pôles, à rotor bobiné et avec bagues et du type protégé; ils sont entièrement en acier; les croisillons porte-paliers sont en acier moulé et partagés en quatre pièces; les tôles sont des tôles d'acier au silicium; le stator possède deux bobines par rainure; ces bobines sont formées par un conducteur rectangulaire, isolé au mica, et recouvertes de ruban; elles sont recouvertes d'un vernis isolant et imperméable; l'enroulement du rotor est identique à celui du stator; il comporte deux barres par encoche. La vitesse de marche normale est de 110 tours par minute à 14 nœuds.

**Résistances.** — Pour chaque moteur, l'équipement comprend une résistance refroidie par circulation d'eau; le rhéostat est mis en série dans le circuit du rotor pendant les opérations de renversement de marche et de manœuvre; les résistances sont en métal inoxydable; le refroidissement se fait à l'eau de mer; la circulation est assurée par la pompe du condensateur. Le rhéostat est facilement détaché et mis à part et il est possible d'en remplacer aisément une partie quelconque.

**Fonctionnement.** — Le service comporte en agissant sur la vitesse du générateur, le rapport de réduction restant de 18 : 1. La turbine est pourvue d'un régulateur de vitesse spécial qui permet de la faire fonctionner avec toute la stabilité voulue entre 5 et 14 nœuds.

**Lubrification et ventilation.** — La lubrification et la ventilation du groupe sont assurés automatiquement.

**Dispositifs de sûreté.** — Le générateur est conditionné de façon à posséder une réaction assez forte pour que des fausses manœuvres ne puissent pas occasionner d'intensité dangereuse

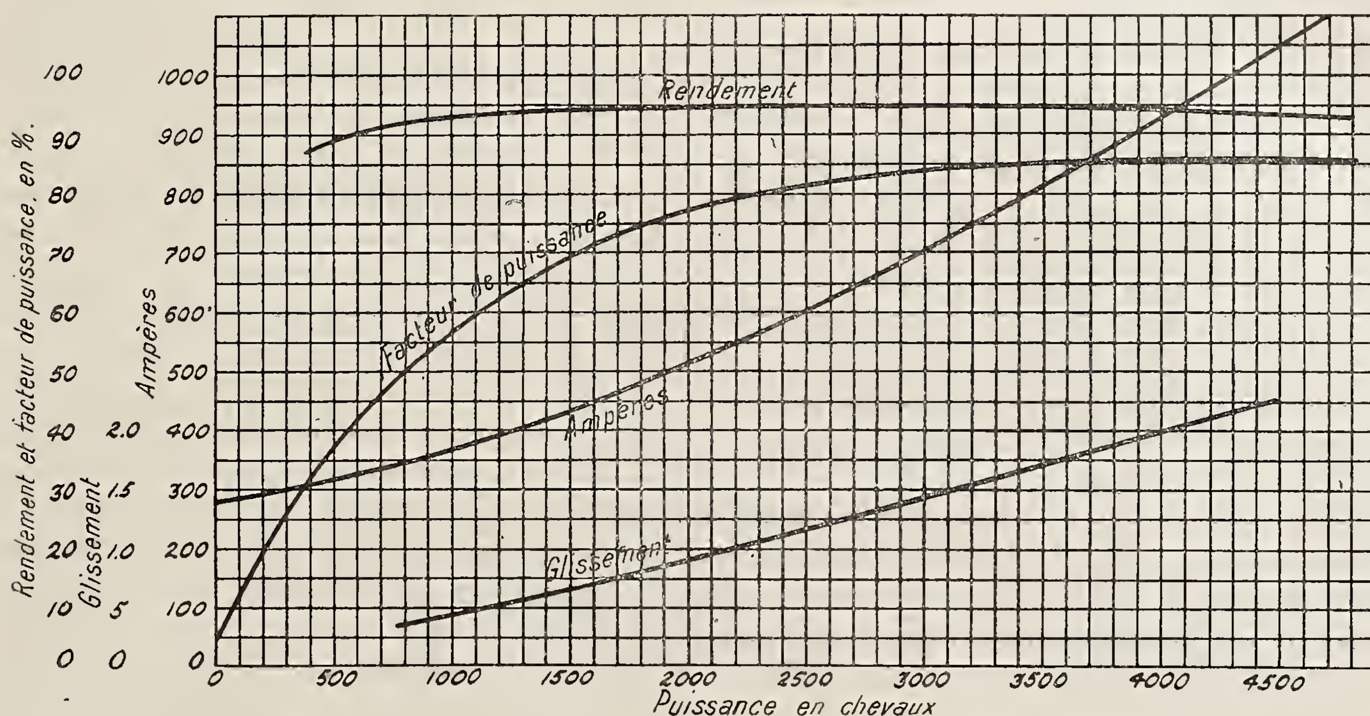



Fig. 198.

deux positions de manœuvre essentielles : la première, dite position de manœuvre, la seconde, qui est la position de marche normale. Dans la première position, les résistances sont maintenues dans le circuit des rotors, comme il est dit plus haut; les moteurs peuvent ainsi être mis en marche, arrêtés et inversés, de façon à peu près instantanée, par l'ouverture et la fermeture des interrupteurs convenables et la vitesse de marche peut être portée à 9 nœuds. Dans la position de marche normale, les moteurs marchent sans résistance et leur vitesse est modifiée simplement

Des verrouillages mécaniques et électriques empêchent de fermer ou d'ouvrir irrégulièrement les interrupteurs.

**Essais.** — Les figures 197 et 198 donnent les résultats des essais auxquels l'équipement a été soumis et les caractéristiques des moteurs.

**Prix.** — Le prix de la machinerie de propulsion du *Jupiter* est de 68,75 fr par cheval; ce chiffre peut être comparé avantageusement à celui de la machinerie ordinaire du *Cyclope*.

H. Marchand.

# Résumé de l'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil.

La plus grande partie du discours présidentiel prononcé à Londres par M. William Duddell, à l'Institution des ingénieurs-électriciens, est consacrée à la revue des récents progrès réalisés dans la télégraphie sans conducteurs; vu l'intérêt tout spécial qui s'y rattache, nous résumerons aujourd'hui ce discours. La principale idée que le président avait en prononçant sa conférence était d'empêcher l'Institution de devenir trop étroite dans son esprit en se limitant à l'étude unique de l'industrie électrique. Toutes les matières relatives à l'électricité devraient être traitées et étudiées. « Si l'on définit, dit-il, l'ingénieur comme celui qui doit chercher à appliquer au service de l'homme toutes les grandes forces de la nature, l'appellation d'ingénieur-électricien doit désigner celui qui applique l'électricité, de quelque manière que ce soit, à l'usage et au profit de la race humaine. » M. Duddell montre que, depuis quelques années, il existe une tendance, dans les travaux qui occupent l'Institution, à se limiter dans les sujets de la production de la distribution et du prix de l'énergie et, dans beaucoup de cas, à n'en parler qu'à des points de vue généraux. Sur les 6600 membres, il n'y en a que quelques-uns qui ont d'autres vues plus spéciales. « La plus grande partie, dit-il, doit naturellement s'occuper de se tracer un chemin dans la vie, mais l'Institution doit accueillir l'examen attentif de telle question, soit pratique, soit spéculative, qui peut présenter un intérêt général et futur. Pour atteindre un progrès complet et obtenir un avancement de l'industrie, il convient que les ingénieurs étudient, autant que possible, tout ce qui peut concerner leur profession. Un ingénieur électricien ne doit pas rester enfermé dans une cloison étanche et borner sa vue aux limites de sa spécialité. Il doit justement profiter de l'Institution comme d'un lien entre l'électricité et les autres sciences et penser que ce qui n'est aujourd'hni que travail de laboratoire peut devenir demain la base d'une grande industrie. » Puis il attire l'attention de son auditoire sur certains sujets négligés, tels que la télégraphie et la téléphonie, en montrant que la distance franchie pour a téléphonie peut être facilement maintenant augmentée et, en fait, dit-il, il semble possible que la téléphonie puisse atteindre des endroits qui ne sont reliés que par des câbles sous-marins.

Au point de vue de la télégraphie sans fil, les principes sont bien connus. A l'extrémité transmettrice, il faut produire dans le conducteur aérien des courants à une haute fréquence à déterminer et émettre de l'énergie radiante. A la station réceptrice, on doit absorber l'énergie radiante et convertir les courants à haute fréquence en signaux sonores ou visibles. L'exact mécanisme des moyens de transmission entre les deux antennes aériennes est discuté et les opinions diffèrent sur la question de savoir comment les ondes à travers l'air, les ondes à travers la terre et les ondes à la surface du sol prennent part à la transmission. La conclusion générale semble être que les ondes hertziennes propagées à travers l'atmosphère sont suffisantes à expliquer la transmission sur de courtes distances, mais quand on vient à considérer la courbure observée de la radiation autour de la courbe terrestre, il est nécessaire de tenir compte du fait que la terre est loin d'être un conducteur parfait, que les couches supérieures de l'atmosphère sont loin d'être isolantes et aussi de l'effet de la lumière solaire sur la conductivité de ces couches supérieures. On doit se rappeler que les ondes sont régulièrement transmises autour d'un huitième de la surface de la terre et que M. Marconi a reçu des signaux sur une distance de plus de 6000 milles, c'est-à-dire un quadrant terrestre. Il ne semble pas douteux que de grandes ondes sont plus appropriées à de grandes transmissions, mais la question est loin d'être résolue comme celle de savoir la meilleure longueur d'onde pour le travail à grande distance et même s'il existe une meilleure longueur d'onde pour une distance déterminée. Il se peut que l'on devra choisir telle longueur d'onde pour convenir à un ensemble particulier de deux stations. Quelle est la longueur d'onde convenable ou en d'autres termes quelle est la fréquence appropriée à employer dans l'antenne? Cette question fondamentale est encore sans réponse exacte. Si nous connaissons la fréquence la plus appropriée, quelle est alors la forme la meilleure à donner à l'antenne de trans-

mission? Puis, comment devons-nous produire le courant? Pouvons-nous le produire par une dynamo ou devons-nous employer une forme quelconque d'arc? Naturellement toutes ces questions dépendent l'une de l'autre, c'est-à-dire que la fréquence à employer dépend de la forme de l'antenne et le matériel dépend de la fréquence et tous trois dépendent de l'argent que l'on peut consacrer à l'établissement des divers organes. Le problème technique qui nous importe à l'extrémité transmettrice sont la conception et l'établissement de l'antenne aérienne; la machinerie peut produire les courants d'une haute fréquence déterminée et d'intensité considérable et le mécanisme peut interrompre ces courants et former les longues et les brèves du code Morse.

Les modifications qui se sont produites dans la conception de l'antenne sont principalement de deux sortes, l'une pour la faire plus appropriée aux plus grandes longueurs d'ondes maintenant employées et l'autre pour lui donner une forme telle que la radiation puisse être plus intense dans une direction que dans tout autre. Le premier desideratum est obtenu en étendant la hauteur de l'antenne et en accroissant la capacité du condensateur formé par la partie supérieure et la terre. Parmi les antennes à direction, le type Marconi comportant une partie verticale relativement courte et une partie horizontale beaucoup plus longue est la seule qui soit employé pour de grandes distances. Par exemple, l'antenne proposée par l' « Imperial Wireless Scheme » est de 91,45 m de haut et d'environ 6 à 900 m de longueur supportée par dix mâts d'acier. La conception d'une forme de mât peu dispendieux pour supporter l'antenne est un problème technique difficile à résoudre. La forme qui prévaut actuellement comporte des sections tubulaires et des treillis de fils d'acier maintenus par des haubans.

Le type de matériel générateur dépend du système employé et ici il est nécessaire de distinguer entre les deux formes que peuvent prendre les courants à haute fréquence dans l'antenne. Sous la première forme, l'amplitude du courant à haute fréquence dans l'antenne part de zéro, s'élève rapidement à une valeur maximum pour revenir à zéro. Sous la seconde forme, le courant est d'amplitude constante exactement semblable à celui produit par un alternateur. Si nous considérons la première et la plus ancienne forme, les oscillations sont produites par la décharge soudaine d'un condensateur à travers une petite self-induction. Si le condensateur est chargé au moyen d'un alternateur, en général, on obtiendra une décharge à travers la distance d'éclatement avec le train correspondant d'oscillation pendant chaque demi-période et ainsi le nombre de trains d'oscillations par seconde, est égal au double de la fréquence de l'alternateur. Ce nombre peut varier selon un réglage approprié et plusieurs étincelles peuvent être obtenues par demi-période ou inversement un certain nombre de demi-périodes peut s'écouler entre deux étincelles successives. Si nous disposons d'une quantité déterminée d'énergie à transformer par seconde, plus la fréquence d'étincelles sera élevée et moindre sera l'énergie à dépenser pour chaque étincelle. En outre, pour une puissance donnée de condensateur, moindre sera l'énergie et moindre sera la tension à laquelle il devra être chargé. Il y a donc certains avantages avec les étincelles à haute fréquence et un autre avantage apparaîtra si nous considérons le récepteur. La fréquence d'étincelle a graduellement augmenté de 10 à 20 par seconde avec la bobine d'induction et à 100-200 par seconde, correspondant aux courants alternatifs fournis par des alternateurs de modèle spécial. Une méthode très en usage pour obtenir une haute fréquence d'étincelles d'un distributeur ordinaire, c'est-à-dire à 50 périodes, consiste à employer un déchargeur rotatif. L'appareil comprend essentiellement un certain nombre d'électrodes tournantes qui, à tour de rôle, se présentent en face des électrodes fixes, provoquant ainsi des décharges en diminuant les intervalles d'éclatement. Le nombre et la vitesse des électrodes rotatives sont choisis de manière à donner la fréquence voulue. Si cet éclateur est employé avec du courant continu, comme à Clifden, une décharge est obtenue chaque fois que l'électrode mobile passe entre les électrodes fixes. Dans le cas d'une alimentation par courants alternatifs, la question est un peu plus compliquée à cause du potentiel du condensateur qui varie selon la forme d'ondes. Un grand avantage du type rotatif d'éclateur sur les autres est que l'enroulement des électrodes reste froid et dissipe les gaz conducteurs qui se forment à chaque décharge, de telle sorte que l'espace d'éclatement passe rapidement de l'état conducteur à l'état isolant. C'est là une question de grande importance, car si l'espace d'éclatement ne recupèrait pas rapidement ses propriétés isolantes, un arc se formerait qui empêcherait la nouvelle et pleine charge du condensateur. Plusieurs des méthodes de refroidissement des électrodes ont été appliquées. L'une d'elles, qui est adoptée par la Compagnie Telefunken, consiste à disposer un certain nombre de disques métalliques séparés par des espaces d'air extrêmement

petits, d'un dixième de millimètre environ. Cette action de refroidissement provoque une rapide extinction de la décharge. Ce refroidissement ou amortissement est de grande valeur en réduisant la réaction entre les oscillations dans l'antenne et celles dans le circuit du condensateur. Ce système, dû au professeur Wien, est appelé système d'excitation Wien. Plusieurs autres procédés ingénieux ont été proposés au moyen desquels un avantage est tiré de ce fait, qu'un condensateur prend un certain temps pour se charger, à travers une résistance, à une tension donnée. Si on dispose d'une alimentation à courant continu et à haute tension et d'un condensateur relié à travers une résistance, le condensateur se chargera à une tension moindre que celle du courant d'alimentation dans un temps déterminé dépendant de la valeur de la résistance. Si le condensateur est relié à travers une self-induction à un éclateur de la manière ordinaire, alors on peut obtenir des décharges à intervalles réguliers dépendant du temps pris par le condensateur à se charger. Il est très facile de faire varier ce temps d'une manière très large, c'est-à-dire d'une décharge par seconde à 100 000 par seconde, en obtenant que l'espace d'éclatement devienne suffisamment et rapidement isolant après chaque décharge. M. Galetti a accouplé ensemble plusieurs circuits d'après ce principe, de manière à pouvoir disposer de grandes puissances et il nous apprend qu'une station importante de transmission est actuellement en voie d'établissement près de Lyon, France. Les essais ont donné des résultats très intéressants.

Le conférencier parle ensuite de la méthode par arc qui consiste à shunter un arc intermittent sur une self-induction en série avec un condensateur; alors, si l'ensemble est bien réglé, il se produit des oscillations à haute fréquence dans le circuit du condensateur qui ont une amplitude pratiquement constante. Depuis, Poulsen et d'autres ont fondé un système sur ce principe et ont réalisé des progrès considérables, bien qu'on ne l'ait pas adopté en Angleterre. Les difficultés techniques de ce système consistent à maintenir les arcs, au moyen desquels on transforme de grandes quantités d'énergie, parfaitement réglés de manière que la production du courant à haute fréquence soit constante, à la fois, comme intensité et comme longueur d'ondes. De grandes vitesses, plus de 100 mots par seconde, ont été atteintes dans des essais de ce système, entre Copenhague et Cullercoats en Angleterre. Plusieurs stations commerciales ont été récemment ouvertes sur la côte ouest des Etats-Unis et cette vitesse de communication est maintenant obtenue la nuit entre San Francisco et Honolulu à une distance de 2360 milles avec un matériel de seulement 25 kw. Les stations ont des mâts de plus de 120 m de haut.

Un autre perfectionnement est relatif à la construction des alternateurs de fréquence suffisamment élevée pour être directement reliés à l'antenne. Dans ce cas, la station de télégraphie sans fil ressemble beaucoup à une station génératrice ordinaire; seulement, au lieu de produire du courant à 50 périodes, le courant alternatif est produit à 50 000 périodes et directement disrtibué à l'antenne. Les constructeurs peuvent apprécier les difficultés que l'on a dû surmonter pour arriver à établir des alternateurs donnant cette fréquence. La vitesse périphérique du rotor doit être aussi élevée que possible et tous les organes très soigneusement établis. En dépit de ces difficultés, nombre de machines ont été construites par la compagnie américaine General Electric qui donne 1 kw à 100 000 périodes; les détails de ces machines ont été récemment discutés par M. Alexanderson. Un autre type ingénieux d'alternateur a été établi par le Dr Goldschmidt, dans lequel il se produit des réactions mutuelles entre les courants du rotor et du stator, de manière à élever la fréquence; le Dr Goldschmidt a pu obtenir des fréquences de 50 000 avec des puissances de plusieurs kilowatts et actuellement il s'occupe de monter des machines analogues, mais d'une puissance de 100 kw.

Mais, quelque système que l'on emploie, il faut disposer d'un moteur initial et le type choisi dépend des conditions locales et de la puissance requise qui peut varier entre 1/2 kw pour les petites stations maritimes et 2000 ch pour les prochaines stations des côtes anglaises. Dans le cas de grandes puissances, le problème à résoudre est semblable à celui concernant le plan d'une station génératrice destinée à l'alimentation d'une petite ville et présente les mêmes besoins de groupes de réserve pour parer aux éventualités et empêcher toute interruption de service. Les difficultés spéciales techniques qui se rapportent au sujet qui nous occupe est la manipulation ou l'interruption de puissances considérables un grand nombre de fois par seconde avec une parfaite netteté dans les contacts. Dans les premières stations, de 1 kw environ, un manipulateur Morse relié au circuit primaire du transformateur suffisait, mais à mesure que les puissances augmentaient, il a fallu recourir à des relais de différents types, les uns fonctionnant sur le circuit primaire, les autres, sur le circuit se-

condaire du transformateur-élévateur. Dans les systèmes à ondes continues et avec la méthode à arc, on opère en modifiant la fréquence par la commutation en self-induction ou en capacité dans l'un des circuits. Ceci présente l'avantage de ne pas interrompre l'ensemble et de conserver la charge plus constante sur l'arc générateur ce qui procure une plus grande régularité. Avec les alternateurs, il est évident qu'on peut agir sur le circuit de l'inducteur, mais avec ces machines une autre difficulté surgit. Quand la charge est mise dans ou hors circuit de l'alternateur, la vitesse a naturellement une tendance à diminuer ou à augmenter. Si la vitesse varie, la fréquence et par suite la longueur d'onde de la radiation est modifiée.

Quant aux récepteurs, les modifications qui y ont été apportées ne sont pas si importantes. Le cohéreur est tombé pratiquement en désuétude. Le détecteur magnétique, qui remplace le cohéreur depuis près de dix ans, est encore employé, bien qu'il ne soit pas très sensible, mais il présente des avantages qui incitent en sa faveur. Le détecteur électrolytique a été peu employé en Angleterre. La soupape Fleming et le détecteur à cristal sont préférés; ils ont à la fois une grande sensibilité et sont basés sur de curieuses propriétés, dans un cas sur les gaz résiduels de la lampe électrique à ampoule et dans l'autre cas sur les contacts entre deux minéraux. La propriété qui les rend précieux est pour tous deux leur conductivité unilatérale. Les courants à haute fréquence induits dans l'antenne réceptrice ne sont pas, en général, suffisants pour influencer les instruments ordinaires de mesure à courants alternatifs. Si, cependant, ils peuvent être redressés et convertis en courant continu, on peut alors y réussir, car on sait que les instruments de mesure à courant continu sont mille fois plus sensibles que les autres. Correspondant à chaque étincelle ou transmetteur, un train d'oscillation est reçu et ces trains d'oscillations sont redressés par le détecteur et viennent influencer un téléphone. A chaque étincelle, un bruit est perçu au téléphone, de telle sorte qu'avec 600 étincelles par seconde le diaphragme est attiré 600 fois, produisant alors une note musicale. En cela consiste le grand avantage de la haute fréquence. Dans quelques essais que j'ai réalisés, dit M. Duddell, en employant un courant alternatif pour produire un signal sonore dans un téléphone récepteur à différentes fréquences, j'ai trouvé dans un cas que la puissance était réduite de 430 micro-microwatts à 300 périodes jusqu'à 7,7 micro-microwatts à 900 périodes; à de plus hautes fréquences, elle augmente de nouveau. Des causes atmosphériques provoquent dans le téléphone récepteur des bruits et des craquements. Avec de hautes fréquences, l'oreille humaine peut facilement distinguer la note musicale de ces bruits provoqués par l'atmosphère et les opérateurs peuvent recevoir des signaux en dépit de ces bruits étrangers. L'élimination ou la compensation de ces troubles atmosphériques est cependant un des problèmes les plus importants en radiotélégraphie. Quand on opère avec des ondes continues, en réalité on n'entend pas de note musicale dans le téléphone récepteur, à moins que le courant soit coupé par groupes d'ondes, soit au transmetteur, soit au récepteur. Afin d'assurer un enregistrement permanent des signaux et d'une grande vitesse de fonctionnement, le courant redressé peut passer du détecteur à travers un galvanomètre ou un relais et alors nous nous trouvons en face d'un autre problème difficile qui demande la construction d'un relais ou d'un instrument enregistreur suffisamment sensible pour recevoir de très faibles courants à de grandes vitesses. Le galvanomètre Einthoven que l'on emploie est assez délicat et donne un enregistrement photographique. Je ne crois pas, continue M. Duddell, que la photographie, avec ses complications, puisse être la solution finale du problème au point de vue de la télégraphie commerciale. La construction d'un relais sensible présente de grandes difficultés, car l'intensité moyenne du courant des signaux, après redressement par un détecteur à haute résistance est de 1/10 à 1/100 de microampère et la puissance disponible pour faire fonctionner l'instrument est seulement de quelques micro-microwatts et le nombre des contacts par seconde est d'environ 50.

Des récentes expériences effectuées par Kiebitz ont attiré l'attention sur ce fait que l'on obtient une bonne réception des grandes longueur d'ondes sans antennes élevées. Un simple fil, supporté par des isolateurs près du sol ou même reposant sur lui, donne de très bons résultats. Il faudrait faire des essais en vue de savoir si de semblables antennes suffiraient pour la transmission et il serait de très grand intérêt si quelque autorité, comme le Post-Office qui dispose de lignes aériennes, pouvait faire des expériences à basse fréquence.

Nous savons que M. Marconi, dans sa ligne transatlantique, fonctionne à des fréquences de 50 000 périodes, élevées au point de vue ordinaire, mais faibles au point de vue radiotélégraphique. Supposons une ligne télégraphique terrestre établie sur poteaux et longue de 10 à 12 km et fonc-

tionnant comme antenne, alimentée par un alternateur à la fréquence 10 000, comment se comporterait-elle comme transmetteur radiotélégraphique? Il y a des raisons pour croire que les résultats seraient satisfaisants. La radiation ici est semblable à la lumière, c'est pourquoi il est intéressant de comparer le récepteur humain de cette radiation, à savoir l'œil, avec le récepteur d'une station radiotélégraphique.

D'après certaines expériences récentes de MM. Paterson et Dudding, une lumière de 1/10e de bougie est près de sa limite de visibilité à 1 km; en vertu de la loi du carré des distances, ce chiffre correspond à une intensité lumineuse de 2560 bougies et à 160 900 à 100 milles. Avec nos lampes à incandescence actuelles, cet éclairage nécessite une puissance de 2,5 kw.

En radiotélégraphie, pour franchir la même distance, il est d'usage d'établir une station d'environ 1,5 kw. Prenant les chiffres de Drysdale pour avoir la valeur de l'énergie radiante dans le spectre visible (environ 0,1 watt par bougie), notre source lumineuse émet de l'énergie d'une valeur d'environ 250 watts. Des chiffres très précis pour la valeur de radiation d'une antenne radiotélégraphique ne sont guère possibles, mais, en admettant un rendement définitif de 20 0/0, la radiation de l'antenne est de 300 watts. Cela semblerait, par conséquent, présenter une remarquable analogie entre la sensibilité de notre œil, pour les radiations de courtes longueurs d'onde qui constituent la lumière, et la sensibilité de nos appareils récepteurs radiotélégraphiques pour les grandes longueurs d'ondes employées en télégraphie. D'après les expériences de lord Raleigh, si un diapason produit un son à raison de 42 ergs par seconde, il sera exactement entendu à une distance de 30 yards. Cela correspond à une source sonore provenant de 0,0056 watt et étant entendue à 1 km; ou en supposant qu'il n'y ait aucune absorption ni courbure des ondes sonores, de 143 watts à 100 milles.

Nous avons donc ce curieux résultat que s'il était possible d'émettre des radiations d'énergie d'une valeur donnée, soit comme ondes sonores, soit comme ondes lumineuses ou ondes hertziennes, nous pourrions les recevoir, approximativement, à la même distance au moyen de notre oreille, de notre œil ou des appareils radiotélégraphiques.

Des signaux horaires sont régulièrement radiotélégraphiés chaque jour de la Tour Eiffel et d'autres stations pour les navires en mer. Par suite du fait que les signaux sont reçus simultanément quelque part sur le globe, ils représentent une sorte de moyen précis pour la détermination des différences de longitude. Il paraîtrait que dans de récents essais, en employant les signaux émis de la Tour Eiffel, des différences d'heure ont été déterminées à 1/100e de seconde près, ce qui correspond à une différence de position de seulement 5 yards (4,57 m) près de l'Equateur.

Quant à la science sœur, dit M. Duddell, la téléphonie sans fil, il y a peu à dire. Certainement, on a réalisé des progrès, mais les détails des méthodes employées n'ont pas été rendus publics. Les difficultés à vaincre résident surtout dans le transmetteur.

Premièrement, nous devons disposer d'une source parfaitement constante d'oscillations continues et secondement d'un microphone capable d'émettre les puissances nécessaires à la transmission à distance. Sur quelques kilomètres, il n'y a pas de difficultés. C'est seulement quand on veut atteindre de 50 à 100 milles que le problème technique à résoudre devient troublant!

Par suite des progrès accomplis dans les alternateurs à haute fréquence et de la facilité beaucoup plus grande avec laquelle on peut modifier l'énergie émise, il ne serait pas surprenant si, dès que les alternateurs à haute fréquence seront employés dans la radiotélégraphie, la téléphonie sans fil à grande distance devienne plus pratiquement réalisable.

# Manuel du Praticien.

## CANALISATIONS ÉLECTRIQUES DANS LES IMMEUBLES ET LEURS DÉPENDANCES

### INDICATIONS GÉNÉRALES

**Choix du mode d'installation.** — Pour éviter tout danger d'incendie, toute détérioration et perte d'énergie, une installation électrique doit remplir les conditions suivantes :

1° Isolement parfait;

2° Protection contre l'humidité;

3° Protection mécanique;

4° Facilité de montage permettant le remplacement et la vérification des conducteurs.

En France, la plupart des installations sont faites en conducteurs isolés placés sous moulures, sur des taquets ou des poulies ou bien en

conducteurs souples isolés maintenus par des attaches ou par des crochets.

Les installations sous moulures sont loin d'être élégantes et, pour corriger ce défaut, on les dissimule par des moulures rapportées, ce qui augmente notablement les dépenses d'installation. Au point de vue électrique, les moulures ne sont pas sans présenter certains dangers d'incendie, par suite de l'action de l'humidité, de pointes enfoncées de travers, etc. Enfin, s'il devient nécessaire de remplacer les conducteurs soit pour les renforcer, soit parce qu'ils sont détériorés, ce remplacement entraîne des dégradations aux plafonds, tentures, tapisseries.

Les dérivations établies en fils torsadés, assortis à la couleur des tentures, ont certainement un aspect plus décoratif, mais présentent aussi des dangers. Les conducteurs n'ayant pas une protection mécanique suffisante sont exposés à plusieurs dangers, tels que pertes causées par les dispositifs de fixation, courts-circuits, incendies, etc. En outre, au bout d'un certain temps, les couleurs se fanent, l'enveloppe se salit, les conducteurs se détendent et lorsqu'on est obligé de procéder à certains travaux de peinture ou de tapisserie, l'installation électrique doit être refaite.

L'installation en conducteurs apparents montés sur isolateurs, taquets ou poulies donne plus de garanties au point de vue électrique, mais ce mode de procédé n'est applicable que dans des usines ou des magasins et, de plus, la protection mécanique des conducteurs est loin d'être suffisante.

Le système le plus sûr et qui réalise les conditions auxquelles doit satisfaire une bonne installation électrique est celui des tubes isolants qui donne toutes garanties tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique. Le grand avantage de ce mode de canalisation est de pouvoir l'établir dans un bâtiment quelconque au fur et à mesure de sa construction et d'y introduire les conducteurs facilement lorsque tous les travaux sont terminés. Les conducteurs sont parfaitement protégés et restent toujours accessibles, ce qui facilite leur vérification ainsi que leur remplacement lorsque cela est nécessaire, soit lorsqu'on doit les remplacer par des conducteurs de plus forte section, soit pour toute modification de l'installation.

**Conducteurs.** — Les conducteurs utilisés à l'intérieur des immeubles sont généralement isolés et doivent comporter une protection mécanique et électrique.

La protection électrique des conducteurs isolés doit être constituée par une ou plusieurs couches de caoutchouc ou autres matières équivalentes. Chaque couche isolante doit être convenablement centrée par rapport à la précédente et au conducteur.

La protection mécanique des conducteurs doit être telle que l'isolant ne risque pas d'être endommagé lors du montage.

Lorsque plusieurs conducteurs souples ou non sont réunis sous une même gaîne extérieure, chacun d'eux doit être isolé et protégé mécaniquement comme s'il était seul.

Les fils et câbles servant à établir les canalisations intérieures doivent répondre à des exigences particulières suivant leur destination.

Il faut tenir compte de la tension du courant auquel ils doivent donner passage et aussi du mode d'installation qui peut être fait sous moulures, dans des tubes isolants, sur isolateurs, sur poulies en porcelaine, sous fourreau pour la traversée des murs et des plafonds, etc.

Les fils sont en cuivre pur étamé ayant 0,9 jusqu'à 3,4 mm de diamètre.

L'enveloppe isolante varie suivant l'usage auquel le fil est destiné.

Les spécifications suivantes sont celles des fils isolés d'usage courant.

*Tension de service 110 volte.*

A] *Isolement léger.* — Guipage ou ruban de coton pour les sections supérieures à 20 mm$^2$ et tresse de coton recouverte d'un enduit. Ces fils sont employés pour des canalisations placées sur des isolateurs ou des poulies.

B] *Isolement moyen.* — Une couche de caoutchouc vulcanisé et un ruban caoutchouté recouvert d'enduit.

Une couche de caoutchouc vulcanisé et un ruban caoutchouté recouvert d'une tresse avec enduit.

Une couche de caoutchouc vulcanisé et un ruban caoutchouté recouvert d'un tube de plomb.

Une couche de caoutchouc para, deux guipages ou deux rubans de coton et une tresse de coton avec enduit. Ces fils sont utilisés pour les installations sur isolateurs.

Tous les fils à isolement moyen peuvent, lorsque cela est nécessaire, être rendus incombustibles en les recouvrant d'un feutrage d'amiante.

Pour les passages en plafond, on enferme ces fils dans un tube de caoutchouc.

C]. *Isolement moyen renforcé.* — Même spécification que les précédents, mais la couche de caoutchouc vulcanisé est plus forte.

D]. *Isolement de 300 mégohms par kilomètre.* — Une couche de caoutchouc naturel, une couche

de caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts d'un enduit.

Une couche de caoutchouc naturel, une couche de caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts d'une tresse avec enduit.

Ces fils servent aux installations sous moulures ou sous tubes. Ils peuvent être rendus incombustibles, si nécessaire, en les recouvrant d'un feutrage d'amiante. Pour les passages en plafond, on les enferme dans un tube de caoutchouc.

Une couche de caoutchouc naturel, une couche de caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts d'un tube de plomb.

*Tension de service 220 volts.*

E]. *Isolement 600 mégohms par kilomètre.* — Deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'un enduit.

Deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'une tresse avec enduit.

Ces fils servent aux installations sous moulure et sous tubes et peuvent être rendus incombustibles, si nécessaire, en les recouvrant d'un feutrage d'amiante. Pour les passages en plafond, on les enferme dans un tube de caoutchouc.

Deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'un tube de plomb.

*Tension de service 500 volts.*

F]. *Isolement 1200 mégohms par kilomètre.* — Une couche de caoutchouc naturel, deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'un enduit.

Une couche de caoutchouc naturel, deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'une tresse avec enduit.

Une couche de caoutchouc naturel, deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts d'un tube de plomb.

Ces fils conviennent pour les installations qui doivent être particulièrement soignées, telles que celles des colonnes montantes, etc.

Pour des sections de cuivre variant depuis 3,69 mm² jusqu'à 399 mm², on utilise des câbles isolés.

Les spécifications suivantes sont celles des câbles d'usage courant.

*Tension de service 110 volts.*

a]. *Isolement léger.* — Pour canalisations d'usine placées sur poulies en porcelaine. Ruban de coton et tresse de coton recouverte d'un enduit.

b]. *Isolement moyen.* — Pour installation sur isolateurs. Une couche de caoutchouc vulcanisé, un ruban caoutchouté recouvert d'enduit ou un ruban caoutchouté recouvert d'une tresse avec enduit.

Les mêmes câbles se font également à deux conducteurs.

On en construit aussi qui sont recouverts extérieurement d'un feutrage d'amiante pour les rendre incombustibles.

Pour les passages en plafond, les câbles de cette série sont enfermés dans un tube de caoutchouc.

On obtient un même isolement avec une couche de caoutchouc para et deux guipages de coton ou deux rubans de coton (pour les âmes ayant une section supérieure à 20 mm²).

c]. *Isolement moyen renforcé.* — Pour installations sur isolateurs. Même spécification que le précédent, mais la couche de caoutchouc vulcanisé est plus forte.

Les mêmes câbles se font également à deux conducteurs.

On en construit aussi avec revêtement en feutrage d'amiante pour les rendre incombustibles.

On obtient le même isolement avec deux couches de caoutchouc para, deux guipages de coton ou deux rubans de coton (pour les âmes ayant une section supérieure à 20 mm²), le tout recouvert d'une tresse de coton avec enduit.

d] *Isolement de 300 mégohms par kilomètre.* — Pour installations sous tubes ou moulures. Une couche de caoutchouc naturel, une couche de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts, soit d'un enduit, soit d'une tresse avec enduit.

Ces mêmes câbles se font également à deux conducteurs.

Pour rendre les câbles incombustibles, on les revêt extérieurement d'un feutrage d'amiante.

Pour les passages en plafond, ces câbles sont enfermés dans un tube de caoutchouc.

*Tension de service 220 volts.*

e] *Isolement de 600 mégohms par kilomètre.* — Pour installations sous moulures ou sous tubes. Deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés recouverts soit d'un enduit, soit d'une tresse avec enduit.

Ces mêmes câbles se font également à deux conducteurs.

Pour rendre les câbles incombustibles, ils sont entourés extérieurement d'un feutrage d'amiante.

Pour les passages en plafond, ces câbles sont entourés d'un tube de caoutchouc.

*Tension de service 500 volts.*

*f*] *Isolement de 1200 mégohms par kilomètre.* — Pour installations qui doivent être particulièrement soignées telles que colonnes montantes, etc. Une couche de caoutchouc naturel, deux couches de caoutchouc vulcanisé, deux rubans caoutchoutés recouverts soit d'un enduit, soit d'une tresse avec enduit.

Ces câbles se font également avec deux conducteurs.

*Câbles sous plomb.* — Les câbles sous plomb ont les mêmes spécifications que les câbles sous ruban, avec cette différence que la tresse avec enduit qui recouvre les rubans est remplacée par un tube de plomb.

Ces câbles sont à isolement moyen, moyen renforcé et de 300, 600, 1200 mégohms pour des tensions ne dépassant pas 500 volts.

*Câbles souples.* — Les câbles souples ont une âme formée de fils de cuivre fins et comportent généralement deux conducteurs réunis en torsade ou à plat. Les spécifications de ces câbles sont les suivantes :

*Isolement supérieur de 600 mégohms.* — Deux couches de caoutchouc vulcanisé recouvertes d'une tresse en soie, en fil glacé ou en coton enduit (pour tensions de 110 et 220 volts).

*Isolement supérieur de 800 mégohms.* — Une couche de caoutchouc pur, deux couches de caoutchouc vulcanisé recouvertes d'une tresse en soie, en fil glacé ou en coton enduit (pour tensions de 110 et 220 volts).

Les câbles souples utilisés pour les connexions des tableaux et des moteurs sont à un ou à deux conducteurs. L'âme est constituée par des fils de cuivre fins, de 35/100 à 50/100 de millimètre, étamés. Ils se construisent pour des isolements moyens et de 300, 600 et 1200 mégohms. Leur spécification est la même que celle des câbles sous ruban ou sous tresse présentant les mêmes résistances d'isolement.

*Câbles souples à un ou à deux conducteurs pour équipement de lustres.* — Ces câbles sont constitués par une âme en fils de cuivre fins recouverte d'un guipage de soie, d'une ou deux couches de caoutchouc para, d'un second guipage en soie et d'une tresse en soie paraffinée.

D'autres modèles de câbles pour le même usage sont isolés au moyen d'une ou de deux couches de caoutchouc vulcanisé et d'une tresse de soie paraffinée. Certains modèles présentent une résistance d'isolement de 600 mégohms.

*Câbles à deux conducteurs pour lampes suspendues.* — Ces câbles spéciaux ont une âme en fils de cuivre fins recouverte d'un guipage de coton, d'une ou de deux couches de caoutchouc para et d'un guipage de coton. Les deux conducteurs sont câblés avec du coton et réunis sous une tresse en coton.

D'autres modèles sont isolés au moyen d'une ou de deux couches de caoutchouc vulcanisé et les deux conducteurs câblés sont entourés d'une tresse de coton et d'une seconde tresse en fil glacé de laine ou de soie.

*Câbles à deux conducteurs pour lampes à arc.* — Chaque conducteur se compose de fils de cuivre fins étamés, isolés par deux couches de caoutchouc vulcanisé et deux rubans caoutchoutés avec enduit. Les deux conducteurs sont réunis à plat sous une tresse enduite. On obtient ainsi un isolement de 600 mégohms. Pour avoir un isolement de 1200 mégohms, on place, en plus, directement sur le conducteur une couche de caoutchouc naturel.

*Câbles souples à deux conducteurs pour lampes portatives.* — Ces câbles sont à isolement moyen ou à isolement fort pour tensions de 110 volts. Chaque conducteur en fils fins de cuivre est revêtu d'un guipage de coton, d'une ou de deux couches de caoutchouc para et d'un second guipage de coton. Les deux conducteurs sont câblés avec du jute, puis enfermés dans une tresse de filin enduit.

Dans certains modèles, le tout est protégé par une spirale en fil de fer ou par une tresse de fil d'acier galvanisé.

Pour des isolements de 600 et de 800 mégohms, nécessaires avec des tensions de 220 volts, l'isolant de chaque conducteur se compose de deux couches de caoutchouc vulcanisé (600 mégohms) ou d'une couche de caoutchouc para et de deux couches de caoutchouc vulcanisé (800 mégohms). Les deux conducteurs sont câblés avec du jute et réunis sous une tresse de filin.

Dans certains cas, ces câbles sont protégés par une spirale de fil de fer, d'une tresse de fil d'acier ou d'une gaine de cuir.

*Câbles à deux ou à trois conducteurs pour moteurs transportables.* — Chaque conducteur a une âme en fils de cuivre fins étamés, isolés au moyen de deux couches de caoutchouc vulcanisé et d'un ruban caoutchouté enduit. Les conducteurs câblés avec du jute sont réunis sous une tresse de filin enduit. Ces câbles sont parfois munis d'une protection supplémentaire consistant soit en une spirale de fil de fer, soit en une tresse en fil d'acier, soit en une gaine de cuir. La résistance d'isolement est de 600 mégohms pour une tension de service de 220 volts.

Pour obtenir une résistance d'isolement de 1200 mégohms, nécessaire pour des tensions de 500 volts, l'isolant est constitué comme le précédent, mais comporte de plus, placée directement sur l'âme, une couche de caoutchouc para.

*Câbles à deux conducteurs pour installation de théâtre.* — Pour une résistance d'isolement de 600 mégohms et une tension de 110 volts, l'âme, en fils de cuivre fins étamés est recouverte, de deux couches de caoutchouc vulcanisé, d'un ruban caoutchouté et d'une tresse en amiante. Les deux ou les trois conducteurs sont réunis sous un ruban et protégés par une gaine de cuir.

Pour des tensions de 220 volts et une résistance d'isolement de 1200 mégohms, l'isolant est renforcé par une couche de caoutchouc pur placée sur l'âme.

*Câbles souples à deux conducteurs pour illuminations.* — Ces câbles très souples ont des conducteurs de 6 et de 12 mm² de section en fils de cuivre très fins, isolés par du caoutchouc vulcanisé et réunis à plat sous une tresse enduite ou paraffinée.

**Diamètre des conducteurs.** — Le règlement élaboré par l'Union des Syndicats de l'électricité a édicté à ce sujet les prescriptions suivantes :

1° Les *dimensions* des conducteurs doivent assurer la sécurité de l'installation au point de vue de la résistance mécanique et de l'échauffement admissible;

2° La température maximum atteinte par les conducteurs en service normal doit être compatible avec la conservation de l'isolation propre aux conducteurs et de l'isolation de l'installation; les intensités admissibles dans les conducteurs doivent être choisies en conséquence;

3° Les conducteurs en cuivre isolés, non placés en terre, devront avoir des *sections* telles qu'en régime normal la densité du courant reste voisine des valeurs du tableau ci-après enseignées par la pratique :

| Densité de courant admissible par mm². amp. | mm². |
|---|---|
| 5. | jusqu'à 5 |
| 4. | de 6 jusqu'à 15 |
| 3. | de 16 jusqu'à 50 |
| 2. | de 51 jusqu'à 100 |
| 1,5. | de 101 jusqu'à 200 |
| 1. | au-dessus de 200 |

4° Les intensités de courant ci-dessus indiquées ne doivent être dépassées que pour des surcharges de très courte durée;

5° Dans le cas de *service intermittent*, les valeurs du tableau précédent peuvent être dépassées à la condition de ne pas provoquer un échauffement supérieur à celui qui résulterait, en service normal, de l'application des valeurs indiquées dans ce tableau;

6° La section minimum des conducteurs en cuivre isolés doit être de 0,64 mm², correspondant au fil de 0,9 mm de diamètre. Exception est faite pour les fils câblés d'équipement de lustrerie où l'on peut admettre 0,40 mm², correspondant au fil de 0,7 mm de diamètre.

7° Dans certains cas spéciaux, on peut faire usage de conducteurs nus ou simplement protégés contre les actions chimiques, à la condition toutefois que leur emploi ne puisse donner lieu à aucun danger pour les personnes ni pour les choses;

8° Les densités de courant approximatives indiquées dans le tableau précédent sont recommandables pour les conducteurs nus jusqu'à 50 mm² de section environ. Pour les sections plus fortes, les densités de courant peuvent être un peu plus élevées, tout en restant dans les limites compatibles avec la sécurité;

9° La section minimum des conducteurs en cuivre nu à l'intérieur des bâtiments et des conducteurs isolés ou apparents à l'intérieur des bâtiments, lorsque l'écartement des points de fixation dépasse 1 m, doit être de 4 mm². Pour les lignes extérieures à basse tension, la section minimum doit être de 6 mm²;

10° Il est conseillé de déterminer les sections des conducteurs des installations d'éclairage par incandescence de façon que *la perte de charge* entre le compteur ou l'interrupteur général et la lampe la plus éloignée ne dépasse pas 3 0/0 de la tension au compteur ou à l'interrupteur général, quand la totalité des lampes devant fonctionner simultanément se trouve alimentée;

11° Les sections des conducteurs *en métal autre que le cuivre* doivent être calculées en tenant compte du rapport des résistivités du métal considéré et du cuivre;

12° Ces conducteurs devront, en outre, satisfaire aux mêmes conditions de sécurité que ceux en cuivre, tant au point de vue mécanique qu'à celui de l'échauffement.

J.-A. M.

(*A suivre.*)

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## ACCUMULATEURS

### Accumulateur alcalin Jungner.

L'*Electrical Engineering* signale la mise sur le marché anglais, par MM. Worsnop et Cie, de Halifax, d'un nouvel accumulateur dit « Alklum ». Cet accumulateur est le résultat de longues recherches d'un inventeur suédois, M. Waldemar Jungner, et il offre une certaine ressemblance avec l'élément Edison. D'ailleurs, il appert que M. Jungner a conçu le principe de son appareil, sans avoir réussi à prendre en temps utile les brevets complets nécessaires, avant qu'Edison eût dirigé ses investigations dans le même sens.

Notre confrère donne, sur le nouvel accumulateur en question, les détails suivants :

Les plaques portent des grilles inactives chargées de matière active. La grille positive contient de l'hydrate de nickel mélangé de graphite, et la grille négative un alliage finement divisé de fer et de cadmium avec certaines autres substances. Les grilles sont formées de deux minces rubans de feuilles de nickel portant des perforations fines. Ces rubans, disposés l'un au-dessus de l'autre, sont introduits séparément sous de petits laminoirs qui leur donnent certains profils; les inférieurs représentent le fond et les supérieurs le couvercle. Le fond est automatiquement rempli, durant sa course sous le laminoir, de la matière active qu'un outillage spécial a formée en briquettes. Le couvercle et le fond contenant la matière active sont ensuite introduits sous un autre laminoir où ils sont appliqués l'un contre l'autre; les rubans ont leurs rebords soigneusement encochés ensemble et ils forment un tube plat rempli de la matière active sur une largeur de 10 à 15 mm et une épaisseur de 3 à 5 mm; ils sont en outre automatiquement coupés en des longueurs d'environ 10 m. Les tubes ainsi obtenus, avec leurs rebords construits pour être réunis les uns aux autres, sont alors introduits sous un autre laminoir qui leur donne l'apparence d'une large ceinture avec les tubes solidement fixés ensemble. Cette ceinture est ensuite coupée en des longueurs convenables que l'on assujettit solidement et que l'on pourvoit de cadres de contact. Ces cadres sont comprimés dans les électrodes. Des tiges en ébonite servent de séparateurs. La construction est exactement la même pour les électrodes positives et les électrodes négatives; celles de la même polarité sont assemblées ensemble par une soudure autogène.

L'électrolyte consiste en une solution, à 20 0/0, de potasse caustique et d'eau distillée. La caisse, en feuille d'acier, a ses ourlets soudés; elle est pourvue d'un échappement qui permet au gaz de se dégager au moment de la charge. Il importe de noter que l'électrolyte ne joue aucun rôle dans les réactions chimiques durant la charge et la décharge, et que, eu égard à la petite quantité requise de cet électrolyte, on peut réduire les dimensions et le poids de l'aliment. L'électrolyte évaporé est remplacé par de l'eau distillée seulement.

Cette construction donne une grande solidité à la batterie contre les chocs mécaniques et la met en état de supporter les mauvais traitements électriques. On assure qu'une décharge cinq fois supérieure à la normale ne cause aucune avarie permanente, que l'élément ne peut être endommagé par une surcharge et qu'il peut demeurer déchargé durant de longues périodes. En ce qui concerne sa durée, on prétend que l'élément, après 1000 décharges, a sa capacité réduite d'au plus 10 0/0. La tension de l'élément, quelques minutes après que la charge a commencé, est d'environ 1,4 volt; elle s'élève d'abord très lentement jusqu'à 1,5 volt, elle augmente ensuite jusqu'à un peu moins de 1,8 volt, et elle demeure constante jusqu'à la fin de la charge, même si l'élément se trouve surchargé. Lors de la décharge, la tension, quelques secondes après l'opération, est d'environ 1,3 volt; elle tombe ensuite lentement jusqu'à environ 1,05 volt, et enfin elle s'abaisse rapidement jusqu'à zéro, lorsque l'élément se trouve presque épuisé; la tension moyenne, durant la décharge, est d'environ 1,2 volt. La charge peut être opérée au double du régime normal ou même plus pendant la première partie de l'opération. Avec des laps de temps plus longs, aucune avarie ne survient à la batterie, même si le régime de charge est porté à trois ou quatre fois la valeur normale.

La capacité d'un élément Alklum, ramenée au poids de l'élément complet dans les conditions normales de charge et de décharge, serait d'environ 13 watts-heure par 453 gr; elle augmente avec les dimensions de l'élément jusqu'à environ 16 watts-heure par 453 gr ou jusqu'à 55 à 65 watts-heure par décimètre cube de volume. La capacité se trouve fort peu influencée par les changements de température : aussi le nouvel accumulateur peut fonctionner entre les limites de 25 à 55° C. L'électrolyte se congèle à une température au-dessous de 30° C, mais il n'en résulte aucun inconvénient. Aux régimes normaux de charge et de décharge, le rendement en watts-heure serait de 60 à 65 0/0 et le rendement en ampères-heure de 80 à 85 0/0. Si on utilise seulement les deux tiers de la capacité totale, on obtient, assure-t-on, une

efficacité plus élevée jusqu'à 75 0/0 en watts-heure et jusqu'à 95 0/0 en ampères-heure. — G.

## APPAREILLAGE

### Nouveaux emplois du tungstène.

Suivant l'*Electrical World*, le tungstène, en outre de son utilisation pour l'obtention du filament des lampes à incandescence, trouve un emploi de plus en plus étendu en électricité; il sert notamment à construire des bornes pour arcs voltaïques. Dans quelques-uns des plus récents tubes Crookes ou à rayons X destinés à fonctionner à de hautes intensités et capables d'absorber jusqu'à 10 kw en prenant des radiographies instantanées des parties même les plus épaisses du corps humain, on a formé l'anode-cible, devant recevoir les rayons cathodiques, avec du tungstène appliqué sur une masse de cuivre qui doit écouler la chaleur développée. Bien qu'amolli par le choc instantané des électrons qui viennent le frapper, le tungstène, en raison de sa grande tension de surface, n'éprouve aucune déformation. On emploie en outre, depuis quelque temps, des électrodes en tungstène pour les distances explosives des bougies de moteurs à gaz et on constate que ces électrodes ont une plus longue durée que celles formées avec d'autres métaux d'un prix équivalent. — G.

## CANALISATIONS

### Procédé Powell pour la conservation du bois.

L'*Electrical Review and Western Electrician* donne les détails suivants sur un procédé imaginé, voilà une dizaine d'années, par un inventeur anglais, M. Powell, et aujourd'hui exploité par le syndicat « Powell Wood Process ».

Ce procédé, destiné à sécher rapidement les poteaux électriques et à les rendre inattaquables par la pourriture sèche et les fourmies blanches, consiste dans le traitement du bois dans une solution de saccharine. La solution varie dans sa composition; l'on y ajoute certaines autres substances suivant la destination du bois traité. Une fois sec, ce dernier peut être immédiatement utilisé.

L'installation consiste en des cuves aménagées à l'air libre, chauffées par des tubes à vapeur, des chambres de séchage, des réservoirs contenant les liquides à employer, etc. On n'applique aucune pression au cours du traitement; il suffit d'immerger les pièces de bois, sans jamais les soumettre au vide dans les cuves, et d'élever graduellement la solution à des températures déterminées suivant les dimensions desdites pièces et leur essence. Toute l'opération, y compris le séchage, ne dure généralement que quelques jours; pourtant, elle peut se prolonger durant trois ou quatre semaines quand il s'agit de très grosses pièces de bois. On assure que le prix de revient du procédé Powell est moins élevé que celui de toute autre méthode d'imprégnation. — G.

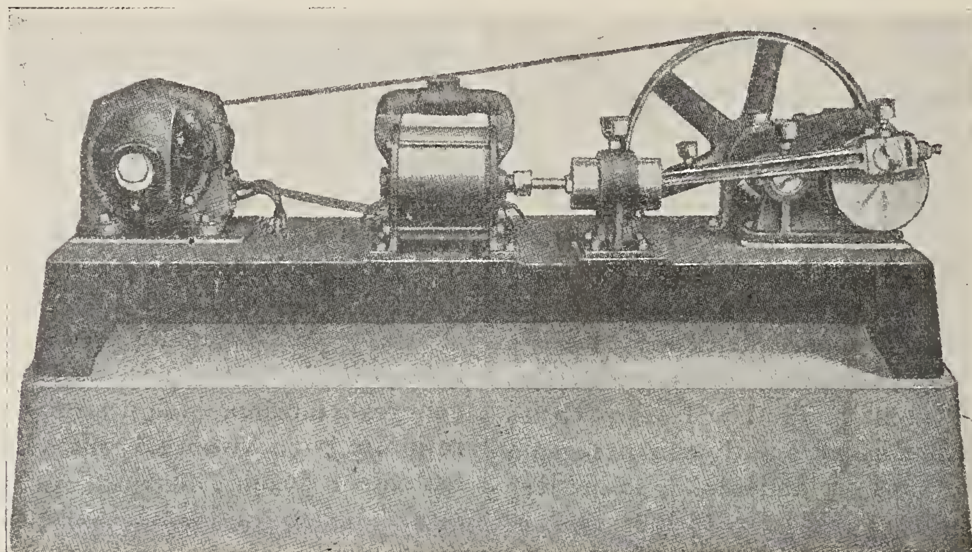


Fig. 198.

## COMMANDE ÉLECTRIQUE

### Un aspirateur à vide stationnaire.

La Compagnie *Universal Vacuum Cleaner* de Jackson (Michigan, Etats-Unis), nous apprend l'*Electrical Review and Western Electrician*, vient de produire sur le marché un type intéressant d'aspiratenr à vide stationnaire. Cet aspirateur (fig. 198), présente plusieurs traits caractéristiques. Il a notamment une pompe à piston, actionnée au moyen d'une courroie et d'un engrenage, par un moteur de la compagnie *General Electric*. Le piston fonctionne à une distance des soupapes d'aspiration et de décharge qui ne dépasse point 5 mm. Le moteur peut être mis en marche et arrêté au moyen d'un commutateur

installé près des prises de courant qui sont fixées au mur du local. Le collecteur de poussière et le séparateur sont installés dans la salle même qu'il s'agit de nettoyer. Le collecteur, très compact et d'un maniement facile, est construit en aluminium et ne pèse pas plus de 2700 gr. Le séparateur contient un dispositif vibratoire qui donne 520 vibrations à la minute; malgré son petit volume, on n'a à le vider qu'une fois toutes les trois ou quatre semaines, quand il s'agit du nettoyage ordinaire d'un immeuble. Un pareil arrangement comporte plusieurs avantages. La poussière et les ordures ne sont transportées qu'à une très petite distance, par rapport à l'espace qu'il faut leur faire franchir lorsque le collecteur se trouve installé dans le sous-sol. On ne court absolument pas le risque d'avoir des tuyaux fixes engorgés; les tuyaux employés présentent un diamètre beaucoup plus faible que là où toute la poussière doit effectuer un grand parcours; enfin, la pompe fournit des résultats bien meilleurs, le déplacement étant plus faible. Tous ces avantages donnent à l'appareil une capacité d'aspiration par le vide très élevée.

Le nouvel appareil est destiné aux maisons privées; il suffit amplement pour assurer le nettoyage d'un immeuble contenant les appartements de 7 à 8 familles.

On construit un modèle plus grand pour les églises, les salles de réunion et autres édifices publics. — G.

## ÉLECTROCHIMIE

### Stérilisation électrolytique de l'eau.

L'*Electrical Review and Western Electrician* signale, dans les termes suivants, une récente application, en Angleterre, de l'électrolyse à la stérilisation industrielle de l'eau.

Dans une usine affectée à la teinture et à l'apprêt des lainages, l'eau nécessaire est tirée de terrains marécageux sur lesquels on fait paître du bétail, en sorte que le liquide se trouve légèrement contaminé, d'où un rapide développement d'algues dans les réservoirs qui remplissaient les conduites d'alimentation. Les grillages protecteurs d'abord employés étaient inutiles, car les fibres végétales, s'accumulant en travers de ces grillages, devaient être enlevées avec des rateaux toutes les demi-heures; les filaments ainsi brisés et libérés pénétraient dans l'usine et venaient s'appliquer sur les lainages et ne pouvaient en être complètement détachés.

On essaya une solution de chlorure de chaux qui, sans doute, détruisait les herbes; mais cette solution durcissait l'eau; par suite, un dépôt se formait dans les chaudières et faisait coaguler le savon employé pour le foulonnage et l'apprêtage; on dut donc renoncer à la solution ci-dessus et les algues ne tardèrent pas à reparaître. On essaya ensuite du sulfate de cuivre, mais on reconnut immédiatement que ce dernier corps affectait les teintures.

L'ingénieur-chimiste-conseil, M. Toyne, connaissait les recherches de M. Samuel Rideal sur l'épuration de l'eau et les recommandations de ce dernier à propos de l'emploi, à cet effet, de l'hypochlorite électrolytique de sodium; il essaya donc, comme dernière ressource, l'électrolyseur construit par MM. Ernest Grether et Cie, de Manchester. Au bout de trois jours, on reconnut que l'électrolyseur en question donnait toute satisfaction; les herbes avaient été détruites et l'eau, précédemment un peu jaunâtre par suite de l'infiltration de fragments de tourbe, avait pris la couleur bleu vert de l'eau courante pure. La dose de chlore nécessaire pour obtenir un pareil résultat fut déterminée par l'expérience. On a constaté qu'il fallait environ deux parties de chlore pour 1 000 000 de parties d'eau. On jeta deux planches au travers du petit ruisseau qui alimentait les réservoirs et sur ces planches, on installa l'appareil, en sorte que l'hypochlorite électrolytique de sodium, au fur et à mesure de sa fabrication, s'égouttait dans le ruisseau et se mélangeait ainsi intimement avec tout le liquide pénétrant dans le réservoir. Une cuve d'alimentation automatique fut disposée plus haut et un tonneau de saumure plus haut encore, en sorte que, à la condition de remplir le tonneau une fois par jour, l'installation fonctionnait d'une manière entièrement automatique. Un petit toit mettait l'appareil à l'abri des intempéries. Le courant nécessaire était fourni par le réseau d'éclairage de l'usine au moyen d'une ligne aérienne sous une tension de 110 volts; ce courant avait une intensité de 8 ampères et l'électrolyseur donnait à la minute un litre de liquide contenant 3 gr de chlore. La saumure avait une densité de 4 0/0. Une fois déterminée, la quantité de chlore nécessaire fit son œuvre dans le réservoir en détruisant les matières organiques présentes. On ne constata aucune trace de chlore et de matières azotées dans l'eau sortant des réservoirs et les teintures ne se trouvèrent plus modifiées. En outre, le liquide obtenu était excellent comme eau potable.

Les développements de l'expérience ci-dessus furent encore plus intéressants. L'hiver étant survenu, on décida d'arrêter l'électrolyseur, étant donné que les algues ne se forment pas par les temps froids; mais, au bout d'une quinzaine de jours, on remarqua une fois de plus la formation de taches sur les lainages traités. On soupçonna immédiatement l'action de l'eau et l'on fit de nouveau fonctionner l'électrolyseur. Dès lors, les taches disparurent immédiatement.

Des essais ultérieurs ont démontré qu'en hiver la quantité d'hypochlorite électrolytique de so-

dium peut être réduite à une partie par million de parties d'eau; l'eau contaminée que l'on a ainsi traitée n'exerce aucune action sur les plaques de gélatine.

On a calculé, comme il suit, le coût du fonctionnement de l'installation : La consommation d'énergie électrique empruntée à l'usine est d'environ 8,8 kw-heure par journée de travail de 10 heures, soit une dépense quotidienne d'environ 2,30 fr. La saumure employée est d'à peu près, par jour, 600 litres, à une densité de 4 0/0, ce qui exige une consommation de 23 1/2 kg de sel, soit une dépense de 0,50 fr. Quant à la main d'œuvre et à la surveillance, elles sont insignifiantes, l'installation fonctionnant automatiquement. — G.

# Bibliographie

**Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen. Dritte verbesserte Auflage** *(Les installations électriques des chemins de fer, 3e édition augmentée)*, par R. Bauer, A. Prasch et O. Wehr. Un volume, format 200 × 135 mm, de xxiv-432 pages, avec 453 figures, dont 4 tables. Prix, relié : 6,60 fr (Vienne et Leipzig, A. Hartleben, éditeur, 1913).

Le traité ci-dessus est destiné à fournir, à tous les agents des chemins de fer n'ayant point bénéficié d'une préparation technique spéciale, et pourtant appelés à manipuler les dispositifs électriques les plus divers qui permettent de télégraphier, de produire des signaux et de téléphoner, la possibilité d'apprendre à connaître la construction et le fonctionnement de ces dispositifs.

Le même traité doit, en outre, servir d'ouvrage de référence et permettre à tout intéressé de se renseigner rapidement sur l'une quelconque des matières étudiées. Dans la troisième édition de ce traité, que nous avons sous les yeux, les auteurs sont demeurés fidèles au programme dont ils s'étaient inspirés dans les deux éditions précédentes. Ils se sont attachés à faire entrer dans leur étude les nouveaux appareils introduits sur les voies ferrées de l'Europe centrale, en donnant à leur sujet les explications convenables qui sont en rapport avec les besoins des lecteurs auxquels ils s'adressent. D'autre part, ils ont écarté les appareils surannés qui sont devenus hors d'usage. Quant aux développements théoriques, ils se sont abstenus de les remanier, bien que, sur certains points, on puisse les considérer comme vieillis. C'est qu'en effet, ces dévelopaements répondent parfaitement au but en vue, qui est de permettre aux agents non techniciens de la voie ferrée de se rendre exactement compte des appareils qu'ils ont à manier, alors que des explications plus étendues risqueraient, au lieu de les instruire davantage, de leur donner des idées fausses ou au moins confuses.

De même que les deux précédentes éditions, la troisième se partage en cinq grandes divisions, savoir :

I. Les principes des phénomènes magnétiques et électriques; II. Télégraphie; III. Signaux électriques employés sur les chemins de fer; IV. Téléphonie; V. Traitement des appareils et batteries, dérangements dans le service télégraphique, dans le service de signaux et dans le service téléphonique.

-oo-

**Transport de force. Calculs techniques et économiques des lignes de transport et de distribution d'énergie électrique**, par C. Le Roy. 1re partie. Un volume format 24 × 16 cm, de 168 pages, avec 52 figures et 2 planches. Prix : 6 francs (Paris, librairie A. Hermann et fils).

Dans ce volume, l'auteur expose, d'une manière assez complète et cependant élémentaire, les méthodes de calcul applicables aux lignes électriques à courants alternatifs. Pour faciliter l'intelligence de ces calculs, M. Le Roy a eu le soin de donner des exemples numériques.

Cette première partie comprend neuf chapitres qui traitent successivement des sujets suivants :

I. — Considérations déterminant le choix de la section des conducteurs.

II. — Etude détaillée de la règle de sécurité.

III. — Etude détaillée de la règle de bon service.

IV. — Etude détaillée de la règle d'économie.

V. — Calcul des lignes de transport et de distribution.

VI. — Résistance.

VII. — Calcul des lignes en tenant compte seulement de la résistance.

VIII. — Inductance.

IX. — Calcul des lignes de transport et de distribution en tenant compte de l'inductance.

L'une des planches est un abaque pour le calcul de l'inductance, et la seconde est un abaque pour le calcul des chutes relatives de tension.

-oo-

**La tecnica delle correnti alternate** *(La technique des courants alternatifs)*, par Giuseppe Sartori. 1er volume, 2e édition italienne augmentée. Un volume format 24 × 16 cm, de xiv-558 pages, avec 397 figures et 4 planches en couleurs (Milan, U. Hœpli, éditeur).

Nos lecteurs connaissent cet utile ouvrage, dont nous avons publié successivement trois éditions françaises, avec de nombreuses additions.

La deuxième édition italienne comporte quelques nouveaux chapitres consacrés aux moteurs à collecteur, aux compteurs, au réglage de la tension, et enfin aux surtensions avec les dispositifs qui permettent de protéger les réseaux contre leurs effets nuisibles.

Le grand succès de cet ouvrage est dû à la clarté et à la simplicité de l'exposition, qui fait que ce premier volume peut être lu et compris par tous les ouvriers et monteurs-électriciens, quel que soit leur degré d'instruction. C'est de la bonne vulgarisation.

J.-A. M.

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S<sup></sup>-JACQUES.

# Ascenseur à commande par changement de vitesses

A VARIATIONS PROGRESSIVES, SYSTÈME A. GAZAGNAIRE

La plupart des types d'ascenseurs électriques actuellement utilisés sont actionnés par un moteur qui exige au démarrage une intensité de courant généralement trois fois supérieure à l'intensité du courant en marche normale.

Ils apportent de ce fait, dans les réseaux sur lesquels ils sont branchés, des perturbations nombreuses, gênantes pour l'exploitation et nuisibles au bon fonctionnement des génératrices.

Dans les installations autonomes, c'est-à-dire possédant leur petite station génératrice, la présence d'un ascenseur exige l'installation coûteuse d'une importante batterie d'accumulateurs pour lui fournir au démarrage une puissance momentanée triple de celle de la marche normale. Les frais d'entretien en sont d'autant plus élevés.

Même au point de vue du confortable, les ascenseurs électriques n'ont pas la douceur de fonctionnement des ascenseurs hydrauliques. Les démarrages et les arrêts sont brusques ou manquent de précision et ces inconvénients sont d'autant plus marqués que la vitesse de la cabine est plus grande.

Pour simplifier les manœuvres et éviter les dérangements dus à des mains inexpérimentées, mettant trop de brusquerie à effectuer les manœuvres sur la corde de commande, dans le cas d'ascenseur à commande directe par exemple, les constructeurs ont cherché à simplifier les manœuvres à l'aide de boîtes à boutons-poussoirs, de telle sorte que la personne qui est dans l'ascenseur ne fait que *commencer la manœuvre qui se termine automatiquement.*

Mais cette automaticité exige des complications dans les connexions et des vitesses relativement réduites de 0,25 m à 0,50 m par seconde.

En Amérique, où les services d'ascenseurs sont très chargés, les vitesses réduites ne peuvent satisfaire les exploitants par suite du grand nombre d'étages à desservir. On a donc été obligé d'augmenter les vitesses de marche et, par suite, de supprimer tout ou partie de l'automacité en confiant la manœuvre à un conducteur spécialement affecté à ce travail et dont l'habitude et l'adresse remédient aux inconvénients précités.

Mais il faut reconnaître que ces vitesses supérieures à 0,50 m par seconde ne peuvent être acceptées qu'à cause de la surveillance continuelle qu'exercent sur l'installation et l'entretien des ascenseurs, les constructeurs, les municipalités, l'Etat et surtout les Compagnies d'assurance contre les accidents.

Le système de M. A. Gazagnaire a l'avantage de remédier à tous ces inconvénients.

Il procure une grande économie de courant. Il permet l'automaticité des manœuvres avec des vitesses de cabine supérieures à 0,60 m à la seconde, une grande douceur aux démarrages et aux arrêts qui se font avec précision, quels que soient la vitesse et le poids transporté.

Le système de M. Gazagnaire est l'application aux ascenseurs d'un procédé de commande des déplacements d'un mobile en translation, d'après lequel les variations de vitesse qui lui sont communiquées sont fonction du chemin parcouru et indépendantes du temps mis à le parcourir, c'est-à-dire de la vitesse propre dudit mobile et de la résistance que celui-ci oppose à son déplacement.

Le mécanisme moteur est relié au système récepteur actionnant le mobile par l'intermédiaire d'un changement de vitesse permettant de lui imprimer des vitesses variables qui vont en augmentant jusqu'à une vitesse de régime déterminée et en diminuant depuis la vitesse de régime jusqu'à l'arrêt.

Ces variations de vitesse, qui peuvent être progressives ou discontinues, s'effectuent d'après une loi, prédéterminée par l'intermédiaire d'un dispositif de transformation qui dépend du mouvement moteur et qui est disposé pour réaliser mécaniquement les variations des accélérations positives ou négatives, transmises au mobile par l'intermédiaire du changement de vitesse et en fonction du chemin parcouru.

Ce mode de commande peut être appliqué à tous les systèmes d'ascenseurs électriques et leur modification, d'ailleurs très simple, varie avec chacun d'eux.

En principe, la réalisation mécanique consiste en un changement de vitesse à variations progressives $g$ (fig. 199) placé entre le moteur $a$ et le récepteur $c$, treuil actionnant la cabine de l'ascenseur. Ce changement de vitesse est actionné par le moteur lui-même, par l'intermédiaire d'un transformateur de mouvement $d$.

L'arbre moteur *e* et l'arbre récepteur *f* sont munis tous deux d'un galet métallique *g* et *h* garni d'une couronne extérieure de roulement en cuir.

Le galet *g* transmet le mouvement du moteur au galet *h* par l'intermédiaire de deux plateaux de friction *i*, montés fous dans les coussinets *j* qui peuvent se déplacer sur les guides *s*.

Un dispositif spécial de ressorts maintient ces plateaux appuyés contre les galets *g* et *h* et assure ainsi l'adhérence nécessaire à l'entraînement du système.

Un autre dispositif agissant en sens opposé de l'action des ressorts, un électro-aimant par exemple, permet de faire cesser l'adhérence et remplit le rôle d'un débrayeur.

En appuyant sur un bouton placé dans la cabine, on provoque le desserrage des freins, puis le démarrage à vide du moteur dans le sens de marche déterminé, à l'aide d'une commande appropriée.

L'embrayage *l* provoque alors l'entraînement du plateau *o* par le moteur, à l'aide du renvoi *k* à démultiplication et de la vis sans fin *m* qui en-

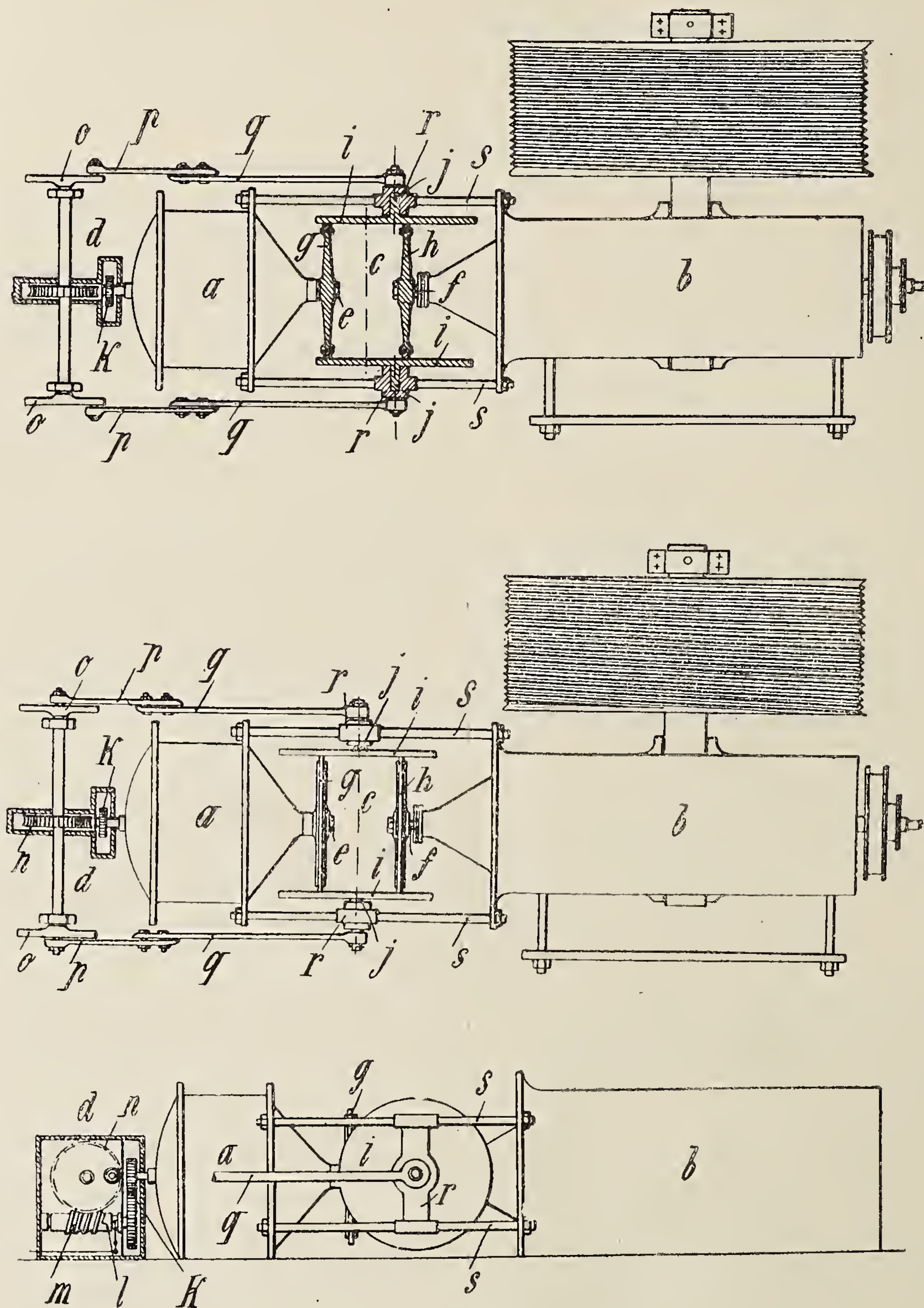



Fig. 199.

grène avec la roue hélicoïdale *n* sur l'arbre de laquelle sont montés les plateaux *o*.

Ces plateaux à manivelle, à excentricité réglable par des bielles *p* et des tigue *q*, déplacent alors, sur les guides *s*, les coulisseaux *r* portant les coussinets *j*, dans lequels sont montés les plateaux *i*.

Au moment où l'on fait démarrer le moteur à l'aide du bouton placé dans la cabine, les plateaux *i* qui étaient écartés des galets *g* et *h* viennent en contact avec eux, embrayant ainsi l'arbre moteur *e* avec l'arbre récepteur *f*, qu'il entraîne sous une forte démultiplication, le faisant ainsi tourner très lentement.

Sous l'action des plateaux *o* qui se sont mis à tourner, les plateaux *i* se déplacent alors progressivement de façon à faire varier l'accélération communiquée à la cabine, suivant une loi déterminée à l'avance et traduite par le transformateur de mouvement *d*.

La loi de variation qui a été adoptée est celle du déplacement de la projection sur un diamètre d'un point qui se déplace sur une circonférence, système de bielle et manivelle du plateau *o*. Les plateaux *i*, pour des mêmes déplacements du moteur *a*, subissent ainsi des déplacements qui vont progressivement en croissant ou en décroissant, suivant que leur axe s'approche ou s'éloigne du plan médian parallèle à ceux des galets *g* et *h*.

De ce qui précède, on peut voir que le rapport des vitesses motrice et réceptrice change progressivement en fonction des déplacements du moteur et, par suite, des espaces parcourus par le mobile, indépendamment des temps mis à les parcourir.

Ce rapport peut atteindre, dans un sens du mouvement de translation, la vitesse de régime et, dans l'autre, la vitesse la plus réduite permettant l'arrêt du mobile.

Dans ces conditions, on obtient des démarrages très doux et l'intensité du courant est sensiblement égale à celle du courant en régime normal. Le moteur démarrant à vide n'est embrayé que pour produire un effort diminué par la démultiplication.

La vitesse augmente jusqu'à la vitesse de régime et le maximum est atteint par une demi rotation des plateaux-manivelles *o*.

A ce moment, un dispositif spécial débraye le système en *l* pendant un certain temps, durant lequel la vitesse de régime doit être conservée, c'est-à-dire jusqu'à ce que la cabine arrive à une certaine distance du point prévu pour l'arrêt.

A ce moment, un contact produit par la cabine assure à nouveau l'embrayage en *l*, les plateaux manivelles *o* achèvent leur rotation et ramènent les plateaux *i* à leur position primitive. Ce déplacement en sens inverse du précédent réduit la vitesse.

Le moteur continue à tourner, provoquant lui-même le ralentissement, jusqu'à ce que la variation d'accélération négative, devenant maximum, agisse comme frein, amenant la cabine, à très faible vitesse, au point précis de l'arrêt qui a lieu avec douceur.

Le courant est alors coupé, les freins arrêtent tout mouvement et comme la vitesse est très réduite, l'action du freinage est insensible pour les personnes occupant la cabine.

Les mêmes phénomènes se produisent à la montée comme à la descente et dans le même ordre.

On peut également faire varier la vitesse en modifiant soit la position des boutons d'entraînement des bielles *p* sur les plateaux *o*, soit la longueur de ces bielles.

En résumé, ce système présente les avantages suivants :

1° Une grande douceur aux démarrages et aux arrêts;

2° Une précision des arrêts, quels que soient la vitesse de translation et le poids transporté;

3° Une intensité de courant au démarrage sensiblement égale à l'intensité de marche normale ou supérieure de 1/10 à 1/4 au maximum.

Un ascenseur installé avec ce dispositif a fonctionné pendant toute la saison d'hiver, soit pendant trois mois; le service comportait une moyenne de 400 démarrages par jour et cela sans le moindre arrêt et sans que les galets et plateaux de friction aient présenté le moindre signe de fatigue ou d'usure.

Les câbles de suspension ont également beaucoup moins souffert et sont susceptibles d'assurer le service pendant un temps trois fois plus long. Cela s'explique par l'absence des démarrages et coups de freins brusques inévitables avec les moteurs commandant directement l'ascenseur.

MARION.

# Manuel du Praticien.

## CANALISATIONS ÉLECTRIQUES DANS LES IMMEUBLES ET LEURS DÉPENDANCES

### INDICATIONS GÉNÉRALES

*(Suite)* (1).

Les fils et câbles employés dans les installations d'immeubles sont en cuivre pur électrolytique et recuit.

La résistance moyenne à la rupture de ces fils est de 22 kg par millimètre carré.

La table suivante (p. 405 et 406) donne les diamètres, sections, poids, longueurs et résistances à la température de 0° C, des fils de cuivre pur.

Les câbles d'usage courant sont constitués par une âme formée de plusieurs fils de cuivre pur.

Le tableau suivant donne la spécification des âmes de câbles :

| Section en mm2. | Nombre de fils. | Diamètre des fils en mm. | Section en mm2. | Nombre de fils. | Diamètre des fils en mm. |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,69 | 7 | 0,7 | 65,0 | 37 | 1,5 |
| 3,52 | 7 | 0,8 | 74,0 | 37 | 1,6 |
| 4,45 | 7 | 0,9 | 84,0 | 37 | 1,7 |
| 5,5 | 7 | 1,0 | 94,0 | 37 | 1,8 |
| 6,65 | 7 | 1,1 | 105,0 | 37 | 1,9 |
| 7,92 | 7 | 1,2 | 116,0 | 37 | 2,0 |
| 9,29 | 7 | 1,3 | 128,0 | 37 | 2,1 |
| 10,8 | 7 | 1,4 | 141,0 | 37 | 2,2 |
| 12,4 | 7 | 1,5 | 154,0 | 37 | 2,3 |
| 14,1 | 7 | 1,6 | 167,0 | 37 | 2,4 |
| 15,9 | 7 | 1,7 | 182,0 | 37 | 2,5 |
| 17,8 | 7 | 1,8 | 196,0 | 37 | 2,6 |
| 19,8 | 7 | 1,9 | 212,0 | 37 | 2,7 |
| | | | 228,0 | 37 | 2,8 |
| 22,0 | 19 | 1,2 | 244,0 | 37 | 2,9 |
| 25,2 | 19 | 1,3 | | | |
| 29,2 | 19 | 1,4 | 262,0 | 37 | 3,0 |
| 33,6 | 19 | 1,5 | 299,0 | 61 | 2,5 |
| 38,2 | 19 | 1,6 | 324,0 | 61 | 2,6 |
| 43,1 | 19 | 1,7 | 349,0 | 61 | 2,7 |
| 48,3 | 19 | 1,8 | 376,0 | 61 | 2,8 |
| 53,9 | 19 | 1,9 | | | |
| 60,0 | 19 | 2,0 | 399,0 | 127 | 2,0 |

Les conducteurs souples pour équipement de lustres ou appliques et pour lampes suspendues ou portatives sont constitués par une âme en fils fins de cuivre étamé, ayant ordinairement chacun de 0,25 à 0,30 mm de diamètre. Ces câbles comportent un ou deux conducteurs.

Les sections totales de chaque conducteur sont les suivantes :

| Section en mm2. | Diamètre du fil de section équivalente. |
|---|---|
| 0,40 | 0,7 |
| 0,50 | 0,8 |
| 0,63 | 0,9 |
| 0,78 | 1,0 |
| 1,13 | 1,2 |
| 1,54 | 1,4 |
| 2,01 | 1,6 |
| 3,14 | 2,0 |
| 3,80 | 2,2 |

**Montage des conducteurs.** — Les instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques, dans les immeubles, adoptées par le comité de l'Union des Syndicats, contiennent les règles générales suivantes pour le montage des conducteurs, à partir du point d'origine de la distribution dans l'immeuble.

Les moyens employés pour fixer les canalisations doivent assurer leur isolation et éviter toute détérioration des conducteurs et de leurs isolants s'ils en comportent.

Tous les conducteurs et appareils doivent, autant que possible, être accessibles, afin que l'on puisse en tout temps les vérifier et, au besoin, les remplacer. De plus, ils doivent être installés et disposés de manière que leur manipulation puisse s'effectuer sans risque de détérioration mécanique.

Au croisement ou au voisinage des tuyaux de gaz, d'eau ou autres canalisations, on doit laisser un espace d'air suffisant pour éviter tout contact nuisible et les conducteurs doivent être pourvus d'un supplément d'isolement et de protection mécanique.

Dans les locaux où passent des *conduites d'eau ou de vapeur*, toutes précautions utiles doivent être prises pour éviter les effets de la chaleur et des condensations d'eau.

Au voisinage des installations de sonneries, téléphones, etc., ou analogues, il est recommandé

(1) Voir l'*Électricien*, n° 1147, 21 décembre 1912, p. 392.

| Diamètre en millimètres. | Section en millimètres carrés. | Poids en grammes par mètre. | Longueur en mètres par kilogramme. | Résistance électrique par kilomètre en ohms à 0° C. | Longueur en kilomètres par ohm. | Résistance en ohms par kilogramme. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,1 | 0,0079 | 0,0699 | 14 306,0 | 2 034,2 | 0,00049 | 29 100 |
| 0,2 | 0,0314 | 0,2796 | 3 576,5 | 508,23 | 0,00197 | 1 817 |
| 0,3 | 0,0707 | 0,6291 | 1 589,6 | 226,02 | 0,00442 | 359,28 |
| 0,4 | 0,1257 | 1,1184 | 894,13 | 127,14 | 0,00787 | 113,68 |
| 0,5 | 0,1963 | 1,7475 | 572,24 | 81,367 | 0,01229 | 46,56 |
| 0,6 | 0,2827 | 2,5164 | 397,39 | 56,504 | 0,01770 | 22,45 |
| 0,7 | 0,3848 | 3,4251 | 291,96 | 41,514 | 0,02409 | 12,12 |
| 0,8 | 0,5027 | 4,4736 | 223,53 | 31,784 | 0,03146 | 7,11 |
| 0,9 | 0,6362 | 5,6619 | 176,62 | 25,113 | 0,03982 | 4,43 |
| 1,0 | 0,7854 | 6,990 | 143,06 | 20,342 | 0,04916 | 2,91 |
| 1,1 | 0,9503 | 8,458 | 118,23 | 16,811 | 0,05551 | 1,98 |
| 1,2 | 1,1310 | 10,066 | 99,348 | 14,126 | 0,07059 | 1,40 |
| 1,3 | 1,3273 | 11,813 | 84,651 | 12,036 | 0,08308 | 1,02 |
| 1,4 | 1,5394 | 13,700 | 72,990 | 10,378 | 0,09635 | 0,757 |
| 1,5 | 1,7671 | 15,728 | 63,582 | 9,0407 | 0,11061 | 0,574 |
| 1,6 | 2,0106 | 17,895 | 55,883 | 7,9460 | 0,12585 | 0,445 |
| 1,7 | 2,2698 | 20,201 | 49,502 | 7,0386 | 0,14207 | 0,348 |
| 1,8 | 2,5447 | 22,648 | 44,155 | 6,2783 | 0,15928 | 0,277 |
| 1,9 | 2,8353 | 25,234 | 39,629 | 5,6308 | 0,17747 | 0,223 |
| 2,0 | 3,1416 | 27,960 | 35,765 | 5,0854 | 0,19664 | 0,1817 |
| 2,1 | 3,4636 | 30,826 | 32,440 | 4,6126 | 0,21680 | 0,1500 |
| 2,2 | 3,8013 | 33,832 | 29,558 | 4,2028 | 0,23794 | 0,1240 |
| 2,3 | 4,1548 | 36,977 | 27,044 | 3,8453 | 0,22006 | 0,1040 |
| 2 4 | 4,5239 | 40,263 | 24,837 | 3,5315 | 0,28316 | 0,0875 |
| 2,5 | 4,9087 | 43,688 | 22,890 | 3,2547 | 0,30725 | 0,0745 |
| 2,6 | 5,3093 | 47,253 | 21,163 | 3,0091 | 0,33232 | 0,0635 |
| 2,7 | 5,7256 | 50,957 | 19,624 | 2,7914 | 0,35838 | 0,0547 |
| 2,8 | 6,1575 | 54,802 | 18,248 | 2,5946 | 0,38542 | 0,0472 |
| 2,9 | 6,6052 | 58,786 | 17,011 | 2,4188 | 0,41344 | 0,0411 |
| 3,0 | 7,0686 | 62,910 | 15,896 | 2,2550 | 0,44346 | 0,0359 |
| 3,1 | 7,5477 | 67,174 | 14,887 | 2,1167 | 0,47243 | 0,0315 |
| 3,2 | 8,0425 | 71,578 | 13,971 | 1,9865 | 0,50340 | 0,0278 |
| 3,3 | 8,5530 | 76,122 | 13,137 | 1,8679 | 0,53535 | 0,0244 |
| 3,4 | 9,0792 | 80,805 | 12,375 | 1,7597 | 0,56829 | 0,0216 |
| 3,5 | 9,6211 | 85,628 | 11,678 | 1,6605 | 0,60221 | 0,0193 |
| 3,6 | 10,1788 | 90,591 | 11,039 | 1,5696 | 0,63712 | 0,0172 |
| 3,7 | 10,7521 | 95,694 | 10,451 | 1,4859 | 0,67300 | 0,0154 |
| 3,8 | 11,3412 | 100,94 | 9,907 | 1,4087 | 0,70987 | 0,0139 |
| 3,9 | 11,9459 | 106,32 | 9,406 | 1,3374 | 0,74773 | 0,0125 |
| 4,0 | 12,5664 | 111,84 | 8,941 | 1,2714 | 0,78656 | 0,0114 |
| 4,1 | 13,2025 | 117,50 | 8,510 | 1,2101 | 0,82638 | 0,0103 |
| 4,2 | 13,8544 | 123,30 | 8,110 | 1,1532 | 0,86719 | 0,00933 |
| 4,3 | 14,5220 | 129,24 | 7,737 | 1,1001 | 0,90897 | 0,00851 |
| 4,4 | 15,2053 | 135,33 | 7,390 | 1,0507 | 0,95174 | 0,00776 |
| 4,5 | 15,9043 | 141,55 | 7,065 | 1,0045 | 0,99549 | 0,00710 |
| 4,6 | 16,6190 | 147,91 | 6,761 | 0,96133 | 1,0402 | 0,00650 |
| 4,7 | 17,3494 | 154,41 | 6,476 | 0,92085 | 1,0859 | 0,00596 |
| 4,8 | 18,0956 | 161,05 | 6,209 | 0,88289 | 1,1327 | 0,00548 |
| 4,9 | 18,8574 | 167,83 | 5,958 | 0,84722 | 1,1803 | 0,00505 |
| 5,0 | 19,6350 | 174,75 | 5,722 | 0,81367 | 1,2290 | 0,00465 |
| 5,1 | 20,4282 | 181,81 | 5,500 | 0,78207 | 1,2787 | 0,00430 |

| Diamètre en millimètres. | Section en millimètres carrés. | Poids en grammes par mètres. | Longueur en mètres par kilogramme. | Résistance électrique par kilomètre en ohms à 0° C. | Longueur en kilomètre par ohm. | Résistance en ohms par kilogramme. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5,2 | 21,2372 | 189,01 | 5,291 | 0,75055 | 1,3324 | 0,00397 |
| 5,3 | 22,0618 | 196,35 | 5,093 | 0,72416 | 1,5809 | 0,00360 |
| 5,4 | 22,9022 | 203,83 | 4,917 | 0,69759 | 1,4335 | 0,00346 |
| 5,5 | 23,7583 | 211,45 | 4,729 | 0,67245 | 1,4871 | 0,00308 |
| 5,6 | 24,6301 | 219,21 | 4,562 | 0,64865 | 1,5417 | 0,00296 |
| 5,7 | 25,5176 | 227,11 | 4,403 | 0,62609 | 1,5972 | 0,00276 |
| 5,8 | 26,4208 | 235,14 | 4,253 | 0,60489 | 1,6537 | 0,00257 |
| 5,9 | 27,3397 | 243,32 | 4,110 | 0,58436 | 1,7113 | 0,00240 |
| 6,0 | 28,2943 | 251,64 | 3,974 | 0,56505 | 1,7697 | 0,00224 |
| 6,1 | 29,2247 | 260,10 | 3,845 | 0,54607 | 1,8292 | 0,00210 |
| 6,2 | 30,1907 | 268,70 | 3,722 | 0,52918 | 1,8897 | 0,00197 |
| 6,3 | 31,1725 | 277,43 | 3,605 | 0,51251 | 1,9512 | 0,00184 |
| 6,4 | 22,1699 | 286,31 | 3,493 | 0,49662 | 2,0136 | 0,00175 |
| 6,5 | 33,1831 | 295,33 | 3,386 | 0,48146 | 2,0770 | 0,00163 |
| 6,6 | 34,2120 | 304,49 | 3,284 | 0,46697 | 2,1414 | 0,00153 |
| 6,7 | 35,2565 | 313,78 | 3,187 | 0,45314 | 2,2068 | 0,00144 |
| 6,8 | 36,3168 | 323,22 | 3,087 | 0,43992 | 2,2732 | 0,00136 |
| 6,9 | 37,3930 | 332,80 | 3,005 | 0,42726 | 2,3405 | 0,00128 |
| 7,0 | 38,4845 | 342,51 | 2,920 | 0,41514 | 2,4088 | 0,00121 |
| 7,1 | 39,5928 | 352,37 | 2,838 | 0,40352 | 2,4782 | 0,00115 |
| 7,2 | 40,7150 | 362,36 | 2,760 | 0,39239 | 2,5485 | 0,00108 |
| 7,3 | 41,8539 | 372,50 | 2,685 | 0,38172 | 2,6197 | 0,00103 |
| 7,4 | 43,0085 | 382,78 | 2,613 | 0,37138 | 2,6926 | 0,000969 |
| 7,5 | 44,1786 | 393,19 | 2,545 | 0,36163 | 2,7653 | 0.000914 |
| 7,6 | 45,3646 | 403,74 | 2,477 | 0,35218 | 2,8395 | 0,000873 |
| 7,7 | 46,5663 | 414,44 | 2,413 | 0,34309 | 2,9147 | 0,000827 |
| 7,8 | 47,7836 | 425,27 | 2,351 | 0,33435 | 2,9909 | 0,000785 |
| 7,9 | 49,0167 | 436,25 | 2,292 | 0,32594 | 3,0681 | 0,000747 |
| 8,0 | 50,2655 | 447,36 | 2,235 | 0,31784 | 3,1463 | 0,000711 |
| 8,1 | 51,5300 | 458,62 | 2,181 | 0,31004 | 3,2254 | 0,000676 |
| 8,2 | 52,8102 | 470,01 | 2,138 | 0,30252 | 3,3055 | 0,000645 |
| 8,3 | 54,1061 | 481,54 | 2,077 | 0,29528 | 3,3866 | 0,000614 |
| 8,4 | 55,4177 | 493,22 | 2,028 | 0,28829 | 3,4687 | 0,000585 |
| 8,5 | 56,7450 | 505,03 | 1,980 | 0,28155 | 3,5518 | 0,000558 |
| 8,6 | 58,0881 | 516,98 | 1,934 | 0,27504 | 3,6359 | 0,000531 |
| 8,7 | 59,4468 | 529,08 | 1,890 | 0,26875 | 3,7209 | 0,000508 |
| 8,8 | 60,8212 | 541,31 | 1,847 | 0,26268 | 3,8070 | 0,000487 |
| 8,9 | 62,2114 | 553,68 | 1,806 | 0,25681 | 3,8940 | 0,000465 |
| 9,0 | 63,6173 | 566,19 | 1,766 | 0,25113 | 3,9820 | 0,000443 |
| 9,1 | 65,0388 | 578,85 | 1,728 | 0,24564 | 4,0710 | 0,000426 |
| 9,2 | 66,4761 | 591,64 | 1,690 | 0,24033 | 4,1609 | 0,000406 |
| 9,3 | 67,9291 | 604,57 | 1,654 | 0,23519 | 4,2519 | 0,000397 |
| 9,4 | 69,3978 | 617,64 | 1.619 | 0,23021 | 4,3438 | 0,000373 |
| 9,5 | 70,8822 | 630,85 | 1,585 | 0,22539 | 4,4367 | 0,000357 |
| 9,6 | 72,3823 | 644,20 | 1,552 | 0,22072 | 4,5306 | 0,000341 |
| 9,7 | 73,8981 | 657,69 | 1,521 | 0,21620 | 4,6255 | 0,000329 |
| 9,8 | 75,4297 | 671,32 | 1,490 | 0,21180 | 4,7213 | 0,000316 |
| 9,9 | 76,9769 | 685,09 | 1 460 | 0,20755 | 4,8182 | 0,000304 |
| 10,0 | 78,5398 | 699,00 | 1,431 | 0,20342 | 4,9160 | 0,000291 |

d'isoler avec soin de celles-ci les canalisations de distribution d'énergie, afin d'éviter tout contact éventuel dangereux pour la sécurité des personnes et la conservation des choses.

Dans les *locaux susceptibles d'humidité*, les parties de canalisation non à la terre doivent être pourvues d'interrupteurs sur tous les pôles et phases; les conducteurs doivent comporter une enveloppe isolante imperméable; les conducteurs mobiles doivent être protégés contre toute détérioration par une enveloppe souple.

Les conducteurs multiples installés dans des locaux de cette espèce devront être facilement visitables et démontables.

Les conducteurs apparents doivent être placés sur des isolateurs appropriés et ils doivent être tenus à une distance minimum les uns des autres de 5 cm et à une distance des parois au moins égale à 5 cm.

*Dans les locaux où le sol et les parois sont très conducteurs*, soit par construction, soit par suite de dépôts salins, résultant de l'exercice même de l'industrie ou par suite de l'humidité, on ne doit jamais établir, à portée de la main, des conducteurs nus ou des appareils placés à découvert.

Dans les locaux susceptibles d'humidité et dans ceux où le sol et les parois sont très conducteurs' les appareils, interrupteurs, coupe-circuits, prises de courant et lampes ne doivent pas comporter de matière altérable à l'humidité et leur construction doit être telle que l'introduction de l'eau y soit impossible.

*Dans les locaux soumis à des émanations acides ou salines ou situés à proximité de la mer*, on doit appliquer les prescriptions ci-dessus relatives aux locaux humides, en observant les plus grandes précautions dans le choix et l'emploi des matériaux et appareils.

En particulier :

Les tableaux de distribution, les appareils et les conducteurs devront être protégés efficacement contre les effets ou réactions chimiques dues aux vapeurs ou émanations.

L'emploi du bois dans la construction des appareils sera interdit.

Les douilles à clé seront interdites.

Les lampes à arc seront construites et protégées spécialement.

*Dans les locaux où sont installés des accumulateurs, dans les ateliers qui contiennent des corps explosifs et dans ceux où il peut se produire soit des gaz détonnants, soit des poussières inflammables*, il devra être interdit d'établir des machines électriques à découvert, des lampes à incandescence non munies de double enveloppe, des lampes à arc ou aucun appareil pouvant donner lieu à des étincelles, sans que ces appareils soient pourvus d'une enveloppe de sûreté les isolant de l'atmosphère du local.

**Connexions, soudages et épissures.** — Le règlement de l'Union des syndicats de l'électricité prescrit que :

1° Les connexions des lignes avec les tableaux et appareils, autres que ceux employés pour la lustrerie, doivent être réalisées à l'aide d'un serrage par vis assurant un parfait contact, à l'exclusion des soudages ou ligatures.

2° Les *connexions des conducteurs entre eux*, ainsi que les dérivations, sont toujours assurées par soudage, vis ou dispositif équivalent.

3° Les *soudages*, lorsqu'il en sera fait usage, doivent être exécutées en évitant l'emploi de substances liquides et acides susceptibles d'altérer le métal ou les isolants voisins de la soudure.

4° Les *soudages et épissures* ne doivent pas constituer de points faibles, soit mécaniquement, soit électriquement.

5° A l'endroit des soudages et épissures, l'isolant électrique doit être établi avec des matières isolantes équivalentes à celles constituant l'enveloppe des conducteurs.

6° Les câbles et conducteurs en cuivre jusqu'à 6 $mm^2$ de section et les fils souples jusqu'à 25 $mm^2$ de section doivent être fixés sur les appareils au moyen de dispositifs assurant en permanence un parfait contact et évitant, notamment, l'éparpillement des brins constituant le conducteur.

7° Au-delà des dimensions indiquées dans le paragraphe précédent, les extrémités des fils et câbles à fixer sur les appareils doivent être munies de pièces terminales appropriées.

8° Les soudages, épissures ou connexions ne doivent supporter aucun effort de traction.

9° Les canalisations constituées par des *conducteurs souples* doivent toujours être apparentes.

10° Les *jonctions ou dérivations des conducteurs souples* entre eux ou avec d'autres conducteurs doivent être faites, autant que possible, par prise de courant avec contact à vis.

11° Par exception, les *connexions* entre conducteurs souples dans les *appareils d'éclairage* peuvent être réalisées directement par soudage, sous réserve que l'isolement répondra aux conditions de sécurité imposées à ces appareils.

12° Les conducteurs mobiles ne doivent être reliés aux parties fixes des canalisations qu'à l'aide de dispositifs de prise de courant appropriés.

13° En outre des conditions de solidité mécanique et d'isolement, les *conducteurs mobiles* dérivés sur des canalisations fixes peuvent nécessiter des dispositions de protection supplémentaires lorsqu'ils risquent d'être soumis à des manipulations brutales.

14° En cas d'emploi de câbles protégés mécaniquement par un revêtement métallique, leurs connexions, soit entre eux, soit avec d'autres conducteurs et appareils, ne doivent être faites qu'au moyen de manchons, boîtes de dérivation ou appareils analogues.

J.-A. M.

*(A suivre.)*

# Chronique, Extraits, Analyses et Compte-rendus

## APPLICATIONS DIVERSES

### Institution des ingénieurs-électriciens de Londres.

M. Duddell, dans son discours présidentiel, a présenté de très brefs commentaires sur la situation actuelle de l'électrochimie et de l'électrométallurgie ainsi que des appareils électro-médicaux. Au point de vue de ces derniers, il fait remarquer que beaucoup de ces appareils qui sont maintenant passés de l'étranger en Angleterre seraient bien meilleurs si seulement les ingénieurs-électriciens et les médecins voulaient y coopérer. Les appareils actuels sont très ingénieux, mais il n'est pas douteux qu'ils aient beaucoup à gagner au point de vue fabrication et conception électrique et mécanique. Ce problème est très intéressant à résoudre, car en Angleterre, à cause du manque d'uniformisation de tension et de distribution, il est nécessaire que ces appareils puissent fonctionner avec chacune des distributions spéciales et sous toutes les intensités et les sortes de courants requis par la science médicale et qu'on puisse les convertir avec précision et aussi avec sécurité pour le patient. M. Duddell cite des appareils d'importation allemande soit électro-médicaux, soit électro-dentaires qui se sont montés, comme prix, en 1910, à 132 000 livres pour montrer que cette classe d'industrie électrique n'est pas chose négligeable.

Un autre sujet que traite M. Duddell est celui de la conception et de la construction des appareils pour usages domestiques tels que appareils de chauffage, de cuisine et autres. Les dispositifs adoptés pour l'éclairage électrique rappellent encore trop les appareils à gaz et à bougies. Les résultats de l'essai destiné à combiner la forme moderne de l'éclairage avec le côté artistique n'est pas toujours heureux, soit du côté artistique, soit du côté pratique. Une difficulté relative aux appareils de chauffage électrique en comparaison du chauffage à flamme consiste dans la limite d'élévation de température. Une marmite est nécessaire pour pouvoir obtenir une chaleur suffisante à l'ébullition dans un temps assez court; il est très simple de concevoir un appareil pour remplir cette condition; mais si un appareil électrique de ce genre doit être laissé continuellement en service, on atteindra une température qui deviendra nuisible pour cet appareil. Ceci n'est pas le cas dans le chauffage à la flamme, car il y a toujours une limite supérieure de température, à savoir celle de la flamme elle-même. Si nous pouvions obtenir des substances, pour notre appareil de chauffage, qui pourrait fonctionner continuellement à une très haute température dans le voisinage de rouge blanc, alors cette difficulté serait en grande partie vaincue, car la dissipation de l'énergie par radiation deviendrait rapidement si grande avec l'élévation de température, que la température finale serait atteinte avant que le dispositif de chauffage ne soit détérioré. Un autre avantage de températures élevées de la partie chauffante serait de transférer la chaleur d'un endroit à un autre par radiation, méthode très appropriée aux applications de la cuisine par exemple. Dans la dernière partie de son discours, M. Duddell parle de la relation qui doit exister entre l'électricité et les autres sciences, il cite et étudie l'électricité et la chimie, l'électricité et le son et, finalement, mentionne le sujet des rapports entre l'énergie électrique et l'énergie radiante ainsi que de la possibilité d'une conversion mutuelle d'une forme en une autre.

Il cite parmi d'autres choses l'emploi de longs tubes remplis du gaz néon, encore rare, et obtenu au moyen de résidus dans la fabrication de l'air liquide. Ces tubes donnent une splendide lumière colorée en rose et, si ce gaz pouvait être obtenu en quantités suffisantes, on aurait un rival de la lampe à arc flamme. Des tubes contenant du néon sont maintenant obtenus commercialement et peuvent donner 2 bougies par watt. Les recherches ultérieures sur les rapports entre l'électricité et la radiation nous donneront, sans nul doute, dit-il, d'autres sources lumineuses encore plus efficaces. Après avoir ainsi parlé de la production de radiation par l'électricité, M. Duddell ajoute : Puisse l'ingénieur-électricien résoudre le problème inverse au point de vue commercial. Quand on pense que l'ensemble de l'énergie qui

est maintenant disponible soit dans le charbon, soit dans les chutes d'eau, nous atteint sous forme d'énergie radiante et provient du soleil, on s'étonne qu'il n'existe pas quelque méthode au moyen de laquelle nous puissions capter cette énergie et la convertir directement en énergie électrique sans l'intermédiaire de machines aussi primitives. Nous sommes actuellement très loin de cette transformation pratique, bien que quelques essais soient réellement fructueux.

Par exemple, le professeur Fleming a montré que l'action de la lumière sur l'alliage liquide potassium-sodium produisait une tension de 0,6 volt. Quand l'alliage et une plaque de platine sont enfermés dans un tube à vide et sont soumis à une lumière intense, il ne semble pas douteux que dans ce cas le courant produit soit engendré par l'énergie de la lumière absorbée. Cette propriété qui actuellemeut ne donne aucune application pratique peut, à un certain moment, s'utiliser. — A.-H. B.

## DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE

### Mise à la terre des points neutres sur les réseaux à courants alternatifs.

M. J. Peek vient récemment de présenter à l'Institution anglaise des Ingénieurs électriciens à Londres, à Birmingham et dans d'autres sections, une étude sur la mise à la terre des points neutres dans les réseaux à courants alternatifs. Le conférencier commence par dire que la question de savoir quand et comment le point ou les points neutres d'un réseau alternatif doivent être mis à la terre, est très controversée et qu'il existe de très grandes divergences d'opinions parmi les ingénieurs sur la marche à suivre dans telles ou telles conditions. Bien que des règles générales applicables à tous les différents cas ne puissent être facilement édictées, il y a certaines conditions pour lesquelles la solution semble plus claire, et M. Peek étudie les questions variées s'y rapportant, démontrant pourquoi, dans certains cas de fonctionnement, il est de pratique générale de mettre à la terre le fil neutre, tandis que dans d'autres, il est préférable de ne pas adopter ce procédé. Le conférencier considère : 1° les génératrices; 2° les circuits de transmission à haute tension; 3° les circuits de distribution à basse tension, mais il mentionne d'abord les avantages généraux et les désavantages d'une mise à la terre dans chacune de ces sections.

Dans la section « génératrice », M. Peek étudie trois classes de service : 1° génératrices alimentant un réseau par câbles souterrains; 2° génératrices alimentant des circuits aériens de transmission sans transformateurs; 3° génératrices alimentant des lignes aériennes de transmission à grande distance avec transformateurs élévateurs.

Les conclusions de M. Peek peuvent se résumer brièvement comme il suit :

1° *Génératrices.* — Quand des génératrices alimentent un réseau de câbles souterrains, le neutre doit être mis à la terre à travers une résistance. Cela permet d'isoler un câble dans le cas d'une terre sur chaque phase, avant que cette terre ne provoque un court-circuit. Quand des génératrices alimentent des circuits aériens, c'est une question de continuité de service contre la possibilité de mettre hors circuit un feeder en cas d'une terre sur un fil. S'il y a relativement peu de feeders, et que ceux-ci soient de grande capacité, on préfère, en général, la non mise à la terre, mais chaque cas doit être étudié individuellement. Si une génératrice alimente des lignes de transmission par l'intermédiaire de transformateurs élévateurs, le neutre doit être toujours mis à la terre ou relié à la terre à travers un éclateur, autrement les enroulements de la génératrice pourraient être à un potentiel trop élevé, par rapport à la terre. Le neutre doit être mis directement à la terre à travers une résistance relativement faible;

2° *Lignes aériennes à haute tension.* — Dans ce cas, le nombre des circuits alimentant chaque zone particulière est ordinairement très petit, et comme une terre sur l'un des fils n'est pas apte à développer un court-circuit entre phases, les considérations de continuité de service doivent prévaloir, le réseau fonctionnera sans neutre à la terre et avec les enroulements des transformateurs montés en triangle;

3° *Circuits de distribution.* — Quand les circuits sont alimentés directement par une génératrice à basse tension, l'avantage d'une mise à la terre est la possibilité de mettre immédiatement hors circuit tout feeder défectueux; si le circuit de distribution est alimenté par un transformateur réducteur d'une ligne à haute tension, le neutre doit toujours être mis à la terre. — A. H. B.

## ÉLECTROTHERMIE

### Un four électrique pour l'exécution d'expériences dans le vide jusqu'à des températures de 1500°.

L'*Electrician* rapporte que M. R.-E. Slade a récemment soumis à la Société Royale de Londres une description de ce four qui a été construit en vue d'étudier, à des températures s'élevant jusqu'à 1500° C, certains cas d'équilibre hétérogène dans lesquels l'équilibre se trouve déterminé par la pression du système. La rupture de cet équilibre a pour conséquence, par exemple, la dissociation d'oxydes, d'azotites et de carbonates et la réduction d'oxydes par le charbon. Le four dont il s'agit consiste en un tube de platine de 0,17 m de longueur et 0,2 m de diamètre, avec une paroi épaisse de 1 mm. Les extrémités du

tube s'adaptent dans des bornes en laiton pourvues d'une réfrigération hydraulique. Ce même tube est échauffé par un courant de 200 à 500 ampères qui le traverse. Une extrémité dudit tube est soudée à un tube capillaire en argent qui se rend à la pompe et au manomètre; l'autre extrémité s'adapte à un obturateur en argent au travers duquel passe le couple thermique. Le four est installé sous une enveloppe dans laquelle on peut régler la pression de manière que celle-ci soit à peu près identique à l'intérieur et en dehors du tube. Cette précaution s'impose, car le platine s'amollit à des températures élevées. Le four précité fonctionne de manière satisfaisante jusqu'à 1500° C et conserve le vide. — G.

### Cuisson électrique des aliments dans la marine de guerre des Etats-Unis.

Suivant l'*Electrical World*, la marine de guerre des États-Unis vient de décider qu'il serait désormais fait largement usage de l'énergie électrique, à bord de ses grandes unités flottantes, pour la cuisson des aliments et pour l'actionnement de machines destinées à réduire la main-d'œuvre culinaire. Cette décision a été particulièrement inspirée par les considérations suivantes :

En adoptant le courant électrique pour la cuisson, l'on fera disparaître le charbon, les cendres et les gaz dégagés par le charbon; en outre, la préparation des aliments, par exemple, l'épluchage des légumes, le pétrissage des pâtes, etc., pourra être exécutée au moyen de machines et non à la main. En outre, la chaleur nécessaire sera produite localement, uniquement au moment voulu, et elle pourra être instantanément supprimée dès qu'elle ne sera plus nécessaire. Cette dernière circonstance, jointe à l'emploi judicieux de dispositifs convenables en amiante, réduira considérablement les pertes de chaleur et rendra les cuisines du bord et les compartiments voisins plus habitables. On compte, de plus, obtenir une forte économie de la main-d'œuvre, laquelle pourra être avantageusement employée par ailleurs. L'énergie électrique nécessaire, qui n'atteint des valeurs considérables que pendant de courts laps de temps, pourra être facilement fournie par les dynamos du bord. — G.

## EXPOSITIONS & CONGRÈS

### Le VIIIe Congrès de chimie appliquée.

M. L. Barthélemy a rendu compte du *VIIIe Congrès de chimie appliquée* dans la séance du 8 novembre dernier de la Société des Ingénieurs civils de France.

M. L. Barthélemy rappelle que le VIIIe Congrès international de chimie appliquée s'est tenu à Washington et New-York, du 4 au 13 septembre dernier. Il avait réuni 4500 adhérents, dont 2335 effectivement présents appartenant à trente nations différentes. Il avait reçu l'adhésion de 206 Français sur lesquels 27 s'étaient rendus en Amérique, contre 25 Anglais et 180 Allemands.

Les communications n'étaient admises qu'après examen par un Comité de réception qui en refusa environ 20 0/0, dont seulement une française.

750 communications avaient été ainsi acceptées, sur lesquelles 570 avaient pu être imprimées avant le Congrès et réunies en vingt-quatre volumes, soit un volume par section. Sur ce nombre, il y en avait 84 françaises, contre 46 anglaises et seulement 41 allemandes. La France reprenait donc l'avantage pour le nombre des communications.

La séance inaugurale eut lieu à Washington. Le Président Taft qui devait l'ouvrir en personne en fut empêché au dernier moment, mais il fit dans l'après-midi, à la garden-party qu'il avait offerte aux congressistes, le discours qu'il n'avait pu faire le matin et qui porta surtout sur la question des brevets.

Le Président du Congrès était M. William Nichols, Président de la « Copper Nichols Works », Société qui possède, près de New-York, une usine raffinant électrolytiquement la sixième partie du cuivre du monde entier. Au moment où le Congrès visita son usine, il y avait, dans les ateliers, pour 4 millions de dollars — soit 20 millions de francs — de cuivre en traitement. M. Nichols est, en outre, à la tête d'autres industries chimiques : sucrerie, fabrique d'acide sulfurique par contact, etc. Il était donc tout désigné pour présider un Congrès de chimie appliquée.

En dehors de cette excursion à Washington, la partie récréative du Congrès se borna à quelques soirées dans les musées, à une réception au Club des Chimistes et à une excursion sur l'Hudson dans un des immenses et luxueux bateaux faisant le service des grands fleuves américains. Les soirées-réceptions dans les musées ont permis de constater que, grâce aux libéralités des mécènes américains, le « Musée Métropolitain d'Art » de New-York possède actuellement une collection de tableaux de l'École française comme n'en possède aucun autre musée étranger.

Le traditionnel banquet eut lieu à l'Hôtel Waldorf-Astoria et réunit 800 convives. Conformément à la mode américaine, une quarantaine de toasts y furent prononcés, parmi lesquels celui de M. de Pulligny, chef de la mission française d'ingénieurs aux Etats-Unis, représentant, dans la circonstance, l'ambassadeur de France, et qui avait tenu à associer à son toast le délégué de la Société des Ingénieurs civils de France.

Les communications faites au Congrès étaient de trois sortes : 1° conférences générales devant tout le Congrès par les personnalités les plus éminentes de chaque pays; 2° communications

faites devant un certain nombre de sections réunies devant lesquelles on traitait des sujets ayant pour elles un intérêt commun; 3° séances des sections.

C'est notre compatriote, M. Gabriel Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne et à l'Institut Pasteur, qui ouvrit la séance des conférences générales. Le sujet choisi par lui était : *Action catalytique des infiniment petits chimiques et leur rôle en agriculture.* Voici, rapidement résumé, l'objet de cette importante communication :

On croyait, jusqu'à ces derniers temps, que les plantes ne contenaient en tout qu'une demi-douzaine d'éléments. Or, en réalité, elles contiennent couramment, au moins, trente corps sur les quatre-vingts actuellement connus et quelques-uns s'y trouvent dans une proportion inférieure au 1/100 000 du poids de la plante vivante. M. Bertrand a prouvé que la plupart de ces infiniment petits chimiques étaient indispensables à la vie des plantes et qu'en les ajoutant au sol on augmentait considérablement le rendement des récoltes. C'est ainsi qu'en mélangeant aux engrais ordinaires quelques kilogrammes à l'hectare d'un sel de manganèse, on augmente les récoltes de maïs dans une proportion qui va jusqu'à 40 0/0. C'est ce que M. Bertrand appelle des engrais catalytiques.

La conférence en langue allemande fut donnée par M. Carl Duisberg, d'Elberfeld, sur les *Dernières conquêtes de la chimie industrielle.* Il rappela d'abord les plus récents progrès de la chimie industrielle : fabrication de l'acide sulfurique par le procédé dit *de contact*, production synthétique de l'acide nitrique et des nitrates par oxydation de l'azote de l'air; fabrication de l'ammoniaque, soit par l'intermédiaire de la cyanamide, soit par combinaison directe de l'air avec l'hydrogène; remplacement de l'indigo naturel par l'indigo de synthèse; les innombrables synthèses des couleurs, des parfums et des produits pharmaceutiques; préparation de l'hydrogène au moyen de la liquéfaction par le froid des autres principes du gaz à l'eau. Il rappela enfin que la fabrication du sulfate d'ammoniaque entre actuellement dans une nouvelle phase grâce au procédé qui consiste à fabriquer l'acide sulfurique et l'ammoniaque, tous deux en partant des gaz produits par la distillation de la houille, le cyanogène étant absorbé et le sulfure d'ammonium produit transformé ultérieurement en sulfate par oxydation à l'air.

Enfin, abordant la question du caoutchouc artificiel, M. Duisberg montre triomphalement deux pneus d'automobile ayant franchi des milliers de kilomètres et complètement formés de caoutchouc synthétique obtenu par lui.

On a été longtemps sans savoir quelle était la nature chimique du caoutchouc et, malgré son grand désir de tout rapporter à la science allemande, M. Duisberg n'a pu faire autrement que de rappeler que c'est le Français Bouchardat qui, le premier, émit l'opinion que le caoutchouc pouvait bien être un polymère de l'isoprène, hydrocarbure que l'on rencontre généralement dans le caoutchouc, mais que l'on retire également des débris de végétaux et notamment de la pulpe de pomme de terre. Après des essais infructueux faits en Angleterre, l'Allemand Fritz Hoffmann arriva, en 1909, à fabriquer du caoutchouc artificiel en polymérisant, par la chaleur, la molécule d'isoprène. Depuis, on est arrivé à obtenir du caoutchouc en polymérisant d'autres hydrocarbures de la même série, tel que le butadiène.

On prétend même — et cela est du dernier intérêt — que, récemment, on a pu obtenir de véritables caoutchoucs, différents de ceux que produit la nature, mais offrant toutes les qualités des caoutchoucs naturels, avec des hydrocarbures d'autres séries traités par l'iode.

La question paraît donc résolue scientifiquement, mais non encore commercialement, et le docteur Duisberg avoue que, si les difficultés surmontées pour obtenir le caoutchouc synthétique ont été très grandes, celles qui restent à vaincre pour obtenir un produit ne coûtant pas plus de 2 marks par kilogramme sont encore plus grandes. Il est toutefois maintenant hors de doute que la science les résoudra dans un délai relativement rapproché.

Quant à la conférence en langue italienne faite par le professeur Ciamician, de Bologne, et intitulée : *La photochimie de l'avenir*, c'était de la haute philosophie chimique.

La photochimie, c'est la chimie du soleil, celle qui fait que les plantes décomposent l'acide carbonique de l'air pour s'assimiler le carbone et mettre l'oxygène en liberté.

M. Ciamician envisage ce qui se produirait si on récupérait la plus grande partie de l'énergie solaire, soit en utilisant mieux l'action catalytique des plantes, soit en se servant de catalyseurs artificiels appropriés, chargés de transformer d'abord les mélanges d'eau et d'acide carbonique en oxygène et en méthane et de réaliser ensuite des synthèses plus compliquées.

Il fait remarquer que la nouvelle industrie photochimique serait entièrement basée sur l'agriculture, comme le sont actuellement les industries textiles et celles des amidons, des alcools, des corps gras, la sucrerie, etc., et telles que le sont encore les produits secondaires, tels que, alcaloïdes, glucosides, huiles, caoutchoucs, etc.

M. Ciamician pense qu'il est possible de récupérer par la photochimie la plus grande partie de l'énergie solaire et il termine par un curieux aperçu sur l'avenir qui verrait s'élever des colonies sans fumées remplies de maisons de verre dans lesquelles s'effectueraient, au moyen de ca-

talyseurs appropriés, les phénomènes de la photochimie.

Deux fort intéressantes communications ont été faites devant des « Joints meetings » ou sections réunies. C'est ainsi que M. Samuel Eyde, de Christiania, fut appelé à traiter la question de l'oxydation de l'azote atmosphérique et que M. Bernthsen, de Ludwigshafen-am-Rhein, traita de l'ammoniaque synthétique, deux sujets jumeaux puisqu'ils ont tous deux pour point de départ l'utilisation de l'azote de l'air. Seulement, alors qu'en Norvège, où les chutes d'eau abondent, on peut oxyder économiquement l'azote au moyen de l'arc électrique pour produire du nitrate de chaux, l'absence de force motrice à bon marché oblige l'Allemagne à tirer différemment parti de l'azote atmosphérique et à employer la catalysation, d'où les deux solutions différentes adoptées par chacun de ces pays.

Tout le monde connaît maintenant le principe du procédé d'oxydation de l'azote par l'arc électrique soumis à l'action d'un champ magnétique. Le four Birkeland-Eyde a déjà été l'objet de maintes descriptions ainsi que l'ensemble des appareils. On sait donc que les gaz nitreux formés sous l'action des flammes électriques, après avoir servi à chauffer des chaudières, sont refroidis dans des tubes d'aluminium entourés d'eau, puis oxydés au contact de l'air dans des réservoirs spéciaux et finalement envoyés dans les tours d'absorption. On fabrique ainsi du nitrate de chaux qui tend à remplacer avec avantage les nitrates du Chili dans leurs emplois agricoles. On fabrique aussi du nitrate de soude et du nitrate d'ammoniaque.

On utilise actuellement 60 000 ch à Notodden, provenant de deux chutes d'eau et on projette d'en utiliser 250 000.

La fabrication de l'ammoniaque synthétique présentait des difficultés au moins aussi grandes que celle de l'acide nitrique. On se rendra compte de la difficulté du problème, quand on saura qu'il faut manier des gaz comprimés à une centaine d'atmosphères et les porter à une température supérieure à 400 degrés. Dans ces conditions, l'hydrogène et l'azote se combinent sous l'influence d'agents catalytiques, tels que le fer réduit chimiquement pur, le manganèse, le molybdène, le tungstène. Certains corps rendent plus actifs les catalyseurs : ce sont les oxydes, hydroxydes, sels de métaux alcalins, alcalino-terreux ou terreux. D'autres, au contraire, même à l'état de traces, détruisent l'effet des agents catalytiques : ce sont le soufre, le sélénium, le le tellure, le phosphore, l'arsenic, le bore et leurs composés hydrogénés. Or ces poisons peuvent être amenés, soit par les gaz, soit par l'agent catalytique lui-même, et ce n'est pas là un des moindres inconvénients.

Chacune des 24 sections ou sous-sections du Congrès a entendu de nombreuses communications intéressantes.

Dans la section III *A* (métallurgie et mines), il faut signaler une communication de M. P. Heroult sur les *récentes modifications de la fabrication de l'acier au four électrique.* M. Heroult indique notamment qu'en Amérique, on espère fabriquer d'ici peu, au prix commercial, des rails au four électrique.

La section III *B* (explosifs) a entendu un remarquable travail de M. Taffanel, directeur de la station d'essais de Liévin, sur les *dernières recherches de la Station d'Essais de Liévin sur les explosifs de sûreté.* L'auteur rappelle que les règles admises jusque dans ces derniers temps, tant en France qu'à l'étranger, comme critérium de la sûreté d'un explosif, ont été récemment reconnues insuffisantes et il montre que le problème est beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait cru tout d'abord, le mécanisme de l'inflammation du grisou et des poussières étant éminemment variable suivant les conditions du tir.

Une autre communication extrêmement intéressante émane de M. Arthur Le Robinson et est intitulée : *accidents de détonateurs éprouvés dans la construction du canal de Panama.* L'orateur expose que, pendant les travaux du canal, de nombreux accidents se produisirent, qui ont donné lieu à une série de recherches dont il donne les résultats. Finalement, on a été obligé de supprimer l'amorçage en série pour adopter exclusivement l'amorçage en dérivation.

Le docteur Brunswig a eu l'idée d'établir un dispositif grâce auquel c'est l'accroissement d'énergie provoqué par la rencontre de deux ondes explosives cheminant en sens contraire qui déterminerait la détonation des charges d'explosifs. Le procédé indiqué par le docteur Brunswig offre une nouvelle voie qui pourra être fertile en résultats.

Dans la section III *C* (industries des silicates), on doit noter une communication de MM. Klein et Phillips, du Bureau of Standard, de Pittsburg, sur le *rôle de la magnésie dans les ciments.*

La section VIII *A* (hygiène) s'est surtout occupée de la question de l'alimentation des villes en eau potable et de l'épuration des eaux usées. On paraît avoir renoncé en Amérique à l'idée de distribuer des eaux destinées à la consommation, quelle que soit leur provenance, sans un traitement complémentaire aux hypochlorites ou au chlore.

Dans la section X *A* (électrochimie), il faut citer une communication de M. Fitz-Gérald, de Niagara-Falls, sur les *Pertes de chaleur dans les fours électriques* parce qu'il a traduit en kw-heure les pertes de chaleur des dits fours dans les trois cas principaux, qui sont : 1° durée de l'échauffement du four; 2° rayonnement; 3° conductibilité.

Les résolutions adoptées par le Congrès à la séance de clôture se rapportent presque toutes, soit à des questions de chimie analytique, soit à l'organisation des Commissions internationales d'analyses.

On a notamment décidé que les poids atomiques déterminés chaque année par la Commission internationale spéciale ne seraient pas modifiés dans les transactions commerciales au fur et à mesure de leur apparition, mais conserveraient leur valeur d'un congrès à l'autre.

Enfin, le Congrès a accepté la proposition du Gouvernement russe de se réunir à Saint-Pétersbourg en 1915 et il a désigné comme président effectif du IX$^e$ Congrès de chimie appliquée M. le professeur Walden, membre de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg et directeur de l'Institut polytechnique de Riga.

A la suite du Congrès, deux grandes excursions étaient organisées; l'une, de 10 jours, comprenant Philadelphie, Pittsburg, Niagara-Falls, Detroit, Chicago, Cleveland et Boston, et l'autre, de 36 jours, comprenant en outre San Francisco et la Nouvelle-Orléans. — Ces excursions avaient été admirablement organisées et on y a fait chaque jour des visites industrielles du plus haut intérêt.

A la suite du Congrès, M. Barthélemy a été mis en rapport, par l'intermédiaire de M. de Pulligny, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et chef de la Mission française d'ingénieurs aux Etats-Unis, avec les représentants des Sociétés américaines d'ingénieurs. L'une d'elles, l'American Society of Mechanical Engineers, l'invita, en tant que représentant de la Société des ingénieurs civils de France, à un déjeuner auquel elle avait également convié les présidents ou représentants des six Sociétés d'ingénieurs correspondant aux six sections de la Société des ingénieurs civils de France. Pendant le cours de ce déjeuner, les représentants des diverses sociétés demandèrent à M. Barthélemy de transmettre à la Société des ingénieurs civils de France leur désir de voir établir une réciprocité entre la Société française et les Sociétés américaines, de façon qu'un membre quelconque d'une des sociétés dûment accrédité pût bénéficier temporairement des mêmes avantages que les membres des sociétés auprès desquels il aurait été accrédité.

On fit également visiter à M. Barthélemy la maison des ingénieurs, due aux libéralités de M. Carnégie, qui donna, pour sa construction, un million de dollars. C'est une maison de vingt étages dont la plupart sont loués par les différentes sociétés techniques américaines. L'un d'eux est occupé par un musée de prévention des accidents du travail. La maison possède également plusieurs salles de conférences dont la plus grande comprend 1500 places.

Au vingtième étage se trouve la bibliothèque qui est, non seulement commune à tous les ingénieurs, mais encore publique. Elle possède actuellement 60 000 ouvrages dont un tiers étrangers, et peut en contenir 250 000. Elle est fréquentée journellement par une moyenne de 40 lecteurs. La bibliothèque se charge des recherches bibliographiques pour quiconque, en faisant payer seulement le temps excédant une demi-heure. On prête les ouvrages aux membres des Sociétés; toutefois, quand un livre est trop précieux pour qu'on puisse le prêter, on le photographie moyennant 1,25 fr par feuille.

Les desiderata des Sociétés américaines d'ingénieurs ont été transmis au président de la Société des ingénieurs civils de France.

## FORCE MOTRICE

### L'énergie hydraulique des Highlands d'Ecosse.

On lit dans le *Times Engineering Supplement* que M. William M'Whirter a récemment signalé la possibilité d'obtenir en Ecosse, sans recourir à l'emploi du charbon, d'importantes quantités de courant électrique pour l'éclairage et la force motrice. Il estime que la chaîne des lochs existant entre Fort William et Fort Augustus, qui forme la partie principale du canal calédonien, pourrait être utilisée pour donner une alimentation en électricité supérieure à tous les besoins actuels. Le niveau du Loch Lochi se trouve à 30 m au-dessus de celui de la mer et il pourrait être élevé à 50 m. De cette manière, on doublerait la capacité d'emmagasinage de liquide de cette masse d'eau et on pourrait la relier avec le Loch Arkaig. La distance, jusqu'à Glasgow, n'est pas de plus de 160 km et il serait parfaitement possible d'amener dans cette ville le courant électrique produit. Le Loch Ness pourrait être également utilisé pour des fins semblables et, par suite, on parviendrait à supprimer l'emploi industriel du charbon dans toute l'Ecosse occidentale. — G.

## MATIÈRES PREMIÈRES

### Le titane pur.

L'*Electrical Review* rapporte que M. Matthew A. Hunter est parvenu à obtenir, au cours d'expériences effectuées à l'Institut polytechnique Rensselaer de Troy (New-York), du titane pur. A cet effet, il a mis en présence, dans une cloche métallique, du tétrachlorure de titane ($TiCl^4$) et du sodium pur. Cette cloche, construite en pièces d'acier, avait une capacité d'environ 1000 cm$^3$ et pouvait supporter une pression interne totale de plus de 36 000 kg. La réaction, à l'intérieur de la cloche, se produit si rapidement qu'elle peut

se considérer comme instantanée; il convient de noter, en outre, que l'action chimique commence seulement lorsque l'enveloppe d'acier a été portée à une certaine température.

Le nouveau métal s'est révélé dur et extrêmement cassant quand il est froid; mais si on le porte au rouge sombre, il se laisse forger presque aussi facilement que le fer au bois. Il a l'apparence de l'acier poli; toutefois, à la rupture, il ne présente pas la structure cristalline de ce dernier métal. Toutes les tentatives jusqu'ici faites pour l'étirer en fil d'une section transversale même relativement grande ont abouti à des insuccès; mais il semble probable que l'on finira par obtenir des résultats plus satisfaisants. Si on parvient à l'étirer en fil d'une façon convenable, le titane se prêtera particulièrement à la fabrication des lampes électriques, car il a son point de fusion à environ 1800°C, tandis que son poids spécifique est d'à peu près 4,5 et sa chaleur spécifique d'à peu près 0,1462. — G.

## RADIOTÉLÉGRAPHIE

### Radiotélégraphie dans l'aérostation.

On lit dans l'*Elektrotechnische Anzeiger* que les expériences de radiotélégraphie, effectuées depuis quelque temps à bord des aéronats allemands, ont été couronnées de succès; en effet, ces aéronats ont réussi à communiquer parfaitement avec les stations terrestres de Metz, Strasbourg et Francfort-sur-Main. En outre, les deux aéronats *Victoria Luise* et *Schwaben* sont parvenus à correspondre radiotélégraphiquement entre eux. — G.

## TÉLÉGRAPHIE & TÉLÉPHONIE

### Nouvelles cabines téléphoniques publiques en Allemagne.

La *Zeitschrift fier Schwachstromtechnik* signale l'installation, commencée depuis quelques mois, dans diverses villes de l'Allemagne du Sud et de Westphalie, d'appareils téléphoniques qui sont mis à la disposition du public et qui semblent devoir rendre de grands services. Ces appareils sont logés dans des kiosques qui s'ouvrent automatiquement quand on glisse, dans une rainure spéciale, une pièce de 5 pfennig (6,25 centimes). Le visiteur peut alors, en retour de sa pièce de 5 pfennig, tenir un nombre quelconque de conversations téléphoniques. Les kiosques sont construits par la maison Keller et Cie, de Francfort-s/Main. Les entreprises locales exploitant les kiosques en question emploient naturellement des appareils dits forfaitaires; elles ont passé des arrangements spéciaux avec l'administration téléphonique allemande. Les mêmes kiosques doivent être simultanément utilisés par une entreprise de publicité. A cet effet, ils sont pourvus de doubles vitres entre lesquelles sont logés des panneaux en celluloïd portant les annonces et éclairés durant les heures de nuit. Chaque kiosque revient à une somme de 2500 fr. — G.

# Bibliographie

**Mécanique appliquée** *à l'usage des élèves qui peuvent travailler expérimentalement et faire des exercices numériques et graphiques*, par John Perry. Traduit sur la 9e édition anglaise par E. Davaux, ingénieur de la marine, avec des additions et un appendice sur la mécanique des corps déformables par E. Cosserat et F. Cosserat. Tome Ier : *L'Energie mécanique*. Un volume format 24 × 16 cm de VIII-398 pages, avec 205 figures. Prix : 10 francs (Paris, librairie A. Hermann et fils).

MM. Cosserat, dans la préface de l'édition française de cet excellent ouvrage, dit avec juste raison que, dans l'enseignement technique, il convient de donner le pas aux considérations expérimentales sur les déductions rationnelles. Il convient même de montrer, dès le début, comment on tire de l'expérience tous les principes et de s'attacher surtout à faire acquérir aux élèves l'habitude du raisonnement rapide que l'esprit ne formule pas dans tous ses éléments, comme quand on sent déjà l'évidence d'un théorème avant de l'avoir démontré.

M. John Perry ne veut pas qu'on donne aux élèves cette préparation exclusivement théorique, dont l'insuffisance leur inspire plus tard une sorte d'éloignement pour les vérités positives de la science. Il veut que leur instruction soit solide, capable de porter des fruits dès leurs premiers pas professionnels, appuyée sur des données réelles et des chiffres exacts.

Cet enseignement de la mécanique appliquée convient tout particulièrement aux électriciens, et l'éminent professeur J. Perry, rompant avec la routine classique, a créé une méthode d'enseignement de la mécanique qui en facilitera beaucoup l'étude à ceux qui suivront cette méthode.

Ce premier volume, consacré à l'étude générale des diverses formes de l'énergie mécanique, comprend seize chapitres qui tous comportent des exercices numériques dont l'utilité est évidente.

Ce livre s'adresse à tous ceux qui connaissent les opérations élémentaires de l'arithmétique, en particulier la multiplication et la division ainsi que l'usage des logarithmes. Ils doivent également avoir appris un peu de géométrie pratique et d'algèbre, les définitions du sinus, du cosinus et de la tangente d'un angle et savoir employer le papier quadrillé.

Dans le premier chapitre qui porte le titre d'Introduction, l'auteur donne des conseils sur la manière d'enseigner la mécanique appliquée et il dit que si un

élève n'a pas suivi la voie classique, il n'a pas à s'alarmer de son ignorance et qu'il suffit d'apprendre les connaissances mathématiques qui lui manquent au moment où il aura besoin de les appliquer pratiquement.

Pour faciliter au lecteur l'étude de ces connaissances complémentaires, l'auteur les expose dans ce premier chapitre où l'on trouve les règles de géométrie métrique.

Dans les chapitres de II à XVI sont traités les sujets suivants :

II. — Vecteurs. Mouvements relatifs.
III. — Travail et Energie.
IV. — Frottement.
V. — Rendement.
VI. — Machines simples.
VII. — Méthodes analytiques et graphiques élémentaires.
VIII. — Applications de la statique graphique.
IX. — Machines hydrauliques.
X. — Généralités sur les machines.
XI. — L'énergie cinétique.
XII. — Matériaux de construction.
XIII. — Extension et compression.
XIV. — Cisaillement et torsion.
XV. — Théorie plus difficile.
XVI. — Appendice.

Excellent ouvrage qui rendra les plus grands services à tous les électriciens qui ne possèdent pas une instruction mathématique étendue et qui leur facilitera l'étude des problèmes qu'ils ont journellement à résoudre.

J.-A. M.

**Deutscher Kalender für Elektrotechniker, begründet von Uppenborn, in neuer Bearbeitung herausgegeben von G. Dettmar. 30ster Iahrgang, 1913** *(Agenda allemand à l'usage des électrotechniciens, fondé par* Uppenborn, *publié sous une forme nouvelle par* G. Dettmar. *30e année, 1913).* Deux volumes format 165 × 100 mm. 1er volume, relié : XII-624 pages de texte utile avec 235 figures; 2e volume, broché : VII-347 pages avec 154 figures. Prix : 5 mark (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1913).

L'agenda ci-dessus jouit en Allemagne d'une popularité méritée, due aux développements incessants de son texte ainsi qu'à l'abondance des informations précieuses qu'il met à la disposition de l'ingénieur-électricien et qui constituent, sous un format commode, une sorte d'encyclopédie portative de la science électrique. L'édition de 1913 n'a pas seulement été complétée, comme chaque année précédente, par l'exposé des plus récents progrès réalisés en électrotechnique, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue des applications; il a été encore grossi de toute une section (pages 132-140 du second volume) consacrée aux dispositifs de signaux électriques qui sont destinés à donner la sécurité de la circulation sur les chemins de fer. La facture extérieure, mise en harmonie avec l'importance du sujet, permet au lecteur de se reporter rapidement à chacune des nombreuses questions traitées dans cet ouvrage, éminemment pratique de références.

**Die Veranschlagung elektrischer Licht-und Kraftanlagen unter Benutzung vorgedruckter Formulare** *(Devis d'installations électriques d'éclairage et de force motrice établis conformément à des cahiers des charges déterminés),* par B. Jacobi. Un volume format 260 × 135 mm de VI-207 pages. Prix, relié : 7 mark (Munich et Berlin, R. Oldenbourg, éditeur, 1912).

Depuis quelques années déjà, on note une tendance générale à adopter des types uniformes, non seulement dans les matériaux d'installations électriques, mais encore dans la construction des machines, transformateurs et moteurs, autant que l'échauffement, la capacité de surcharge et la résistance d'isolement entrent en jeu. Même sur d'autres points encore, les machines et moteurs des diverses marques ne diffèrent plus beaucoup. Aujourd'hui, il n'existe guère d'écarts sensibles que dans les installations de distribution qui doivent être adaptées, pour chaque cas, aux besoins particuliers. Il est donc devenu possible d'établir des devis-types qui correspondent exactement à tous les produits ou dont les chiffres peuvent être facilement et convenablement modifiés, devis semblables à ceux qu'utilisent, depuis longtemps déjà, les fabriques de machines à vapeur, de moteurs à gaz, d'accumulateurs, etc.

D'autre part, l'établissement de projets d'installations, techniquement et scientifiquement exacts, exige non seulement des connaissances spéciales aussi variées qu'approfondies, mais encore une longue expérience en matière de montage. Or, on ne peut raisonnablement exiger de l'ingénieur chargé de l'élaboration des projets une connaissance complète des détails de toutes les branches de l'électricité; et pourtant, il arrive souvent qu'un ingénieur qui ne s'occupe ordinairement que de la construction des installations d'éclairage est appelé à établir un devis, par exemple pour un transformateur triphasé-continu, et cela sans qu'il puisse disposer des conseils d'un spécialiste.

Ce sont les considérations précédentes qui ont conduit à la publication du livre ci-dessus. On y rencontre, à titre de modèles, 20 devis différents établis pour répondre à des cahiers des charges déterminés. Chaque article important de ces devis est accompagné d'explications étendues. L'auteur espère que le livre en question mettra l'ingénieur praticien qui le consultera avec soin en mesure d'établir un devis absolument irréprochable pour toute installation moderne d'éclairage ou de force motrice.

**Die Wiesensebaft. Sammlug naturwissenachaftlicher und mathematischer Monographien. Heft 46. Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. Erster Band : Eigenschaften des magnetischen und des elektrischen Feldes** *(La Science. Recueil de monographies scientifiques et mathématiques, no 46. Principes physiques de l'électrotechnique. Premier volume; Propriétés du champ magnétique et du champ électrique)*, par le Dr F-F. Martens. Un volume format 210 × 135 mm de XII-245 pages, avec 253 figures. Prix, relié : 8 mark. (Brunswick, Frédéric Vieweg et fils, éditeurs, 1913).

L'étude et l'emploi des champs magnétiques et électriques, durant ces dix dernières années, ont fait faire à a connaissance et à l'utilisation des forces naturelles des progrès rapides qui sont peut-être sans exemple dans l'histoire de l'humanité. En présence de ces progrès, l'enseignement actuel est demeuré fort en arrière. Par

suite, celui qui, sur le terrain des machines dynamos, connaît seulement l'anneau de Gramme et le principe Siemens de l'auto-excitation, se trouvera dépaysé dans une station centrale moderne presque autant que s'il ne s'était jamais occupé des questions électriques. C'est pour combler cette lacune dont souffrent aujourd'hui les électrotechniciens, les physiciens, les industriels et les professeurs que M. Martens a entrepris la publication de l'ouvrage ci-dessus, qui se composera de deux parties.

Le premier volume, dont la lecture n'exige pas la connaissance préalable des mathématiques supérieures, se divise en dix chapitres; il est consacré presque exclusivement aux propriétés des champs magnétiques et électriques qui sont constants ou dont l'intensité, dans un court intervalle de temps, n'augmente ou ne diminue que dans une faible mesure.

Le second volume, qui doit paraître incessament, étudiera les machines dynamos, les transformateurs et les circuits oscillants. Il doit être écrit en la même langue accessible à tous, sauf au dernier chapitre qui présentera des développements mathématiques plus ardus.

# Nouvelles

**1er Congrès international d'électroculture** et des applications de l'électricité à l'agriculture, à la viticulture, à l'horticulture et aux industries agricoles organisé à Reims, du 24 au 26 octobre 1912, sous les auspices de l'Association française de motoculture et de sociétés agricoles et viticoles de la Marne. Secrétariat général : 58, boulevard Voltaire, à Paris.

Le premier congrès international d'électroculture, qui vient de se clôturer à Reims, a attiré l'attention du monde savant et des agriculteurs sur les nombreuses applications désormais réservées à l'électricité en agriculture, en viticulture et en horticulture.

Ce congrès, auquel ont participé un grand nombre de savants et d'agronomes ainsi que plusieurs délégués des gouvernements étrangers, n'a pas compris moins de douze conférences données sur les sujets actuellement les plus en vue.

M. F. Basty pour la France, M. Kœvessi pour la Hongrie, M. Pilsoudsky pour la Russie, etc., ont montré tout le parti que l'on pouvait tirer de l'électricité en agriculture par la nitrification du sol, pour accélérer et pour accroître le rendement des récoltes et augmenter la qualité des produits.

M. Armand Gautier, membre de l'Institut, délégué par l'Académie des Sciences, M. Berthault, directeur de l'enseignement et des services agricoles au ministère de l'agriculture, M. P. Lecler, ingénieur des arts et manufactures, ont insisté sur le rôle qu'est appelé à jouer l'électricité, aussi bien au point de vue de l'électro-mécanique que dans son utilisation directe comme moyen de fertilisation efficace et économique.

L'utilisation indirecte de l'électricité, notamment dans la fabrication et le traitement des engrais (conférence de M. le professeur Blondin), la stérilisation électrique des liquides et produits destinés à l'alimentation (conférence de M. Jean Escard), l'utilisation de la « houille blanche » et de la « houille verte » dans les exploitations agricoles et bien d'autres sujets plus spéciaux, ont fait l'objet de séances et de discussions importantes.

Le congrès, présidé successivement par M. A. Lonay, directeur de l'école de mécanique agricole de Mons, et par M. A.-Ph. Silbernagel, président du comité d'organisation, s'est terminé par le vote de vœux relatifs à la fondation de prix en faveur des recherches d'électroculture et à la création d'une association internationale d'électroculture.

Le second congrès international d'électroculture, qui doit se réunir à Paris en 1914, rendra compte des recherches poursuivies dans l'intervalle sur les points qui méritent le plus d'être éclaircis.

Les comptes-rendus des travaux du congrès seront publiés prochainement par le comité d'organisation de l'Association internationale d'électroculture, 58, boulevard Voltaire, à Paris, qui donnera tous renseignements aux intéressés.

*
* *

### Installations en projet.

Chambéret (Corrèze). — Le Conseil municipal a donne un avis favorable à la demande de concession d'une distribution d'énergie électrique présentée par M. Bret. L'usine serait édifiée au Pont-Rouge. (Commune de 3416 habitants du canton de Treignac, arrondissement de Tulle.)

Cholet (Maine-et-Loire). — La municipalité a émis un avis favorable au projet de traité, pour une distribution d'énergie électrique, présenté par la Société Nantaise.

La question de l'éclairage électrique reste soumise à une entente avec la Compagnie du gaz avec laquelle ont été engagés des pourparlers. (Chef-lieu d'arrondissement de 20 427 habitants.)

*Le Gérant :* L. De Soye.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S-JACQUES.

# TABLE DES MATIÈRES

## DU TOME XLIV

### Accumulateurs.



### Alternateurs.



### Appareillage.



### Applications diverses.



### Bibliographie.

**Canalisations.**



**Commande électrique.**



**Correspondance.**



**Distribution de l'énergie.**



**Divers.**



**Documents administratifs.**



**Dynamos.**

**Eclairage.**



**Electricité générale.**
**Recherches.**



**Electrochimie.**



**Electrométallurgie.**



**Electrothérapie.**



**Electrothermie.**



**Expositions et congrès.**



**Force motrice.**



**Horlogerie.**

### Industrie électrique.



### Jurisprudence.



### Lampes.



### Manuel du Praticien.



### Matières premières.



### Mesures.



### Moteurs.



### Nécrologie.



### Nouvelles.

### Piles.



### Radiographie



### Radiotélégraphie et Radiotéléphonie.



### Recettes.



### Télégraphie et Téléphonie.



### Traction.

### Transformateurs.



### Usines génératrices.

# TABLE DES NOMS D'AUTEURS

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.